

**ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO  
GUACHACA ENFOCADA A RECOMENDAR USOS DEL SUELO ADECUADOS  
PARA EL MANEJO DE SU TERRITORIO.**

**HERMES FABIÁN MARTÍNEZ BATISTA**



**UNIVERSIDAD DEL NORTE  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO  
MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL  
BARRANQUILLA  
2013**

**ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO  
GUACHACA ENFOCADA A RECOMENDAR USOS DEL SUELO ADECUADOS  
PARA EL MANEJO DE SU TERRITORIO.**

**HERMES FABIÁN MARTÍNEZ BATISTA**

**Tesis presentada como requisito para optar al título de Magister en  
Urbanismo y Desarrollo Territorial  
Modalidad Profundización.**

**DIRECTOR**  
**MANUEL ALVARADO ORTEGA**  
**Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DEL NORTE**  
**PROGRAMA DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO**  
**MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL**  
**BARRANQUILLA**

**2013**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag
<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b>	<b>16</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>22</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
<b>4. ALCANCES</b>	<b>23</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>24</b>
<b>6. MARCO TEÓRICO</b>	<b>27</b>
<b>7. MARCO NORMATIVO</b>	<b>31</b>
7.1. ESCALA NACIONAL	31
7.2. ESCALA REGIONAL	34
7.3. ESCALA LOCAL	34
<b>8. METODOLOGÍA</b>	<b>38</b>
8.1.1. FASE 1 – CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA	38
8.1.2. FASE 2 – ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	40
8.1.2.1. Paso 1. Definición de las unidades de manejo de la cuenca	41

8.1.2.2.	Paso 2. Definición de categorías de manejo	41
8.1.2.3.	Paso 3. Definición de criterios de Zonificación.	42
8.1.2.4.	Paso 4. Elaboración del mapa de zonificación	42
<b>9.</b>	<b><u>CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA</u></b>	<b>43</b>
<b>9.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS BIOFÍSICOS.</b>	<b>43</b>
9.1.1.	CLIMA	43
9.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LA RED HÍDRICA SUPERFICIAL	44
9.1.3.	ESCORRENTÍA SUPERFICIAL	46
9.1.4.	OFERTA HÍDRICA DE LA CUENCA.	47
9.1.5.	GEOMORFOLOGÍA	48
9.1.5.1.	Filas y vigas (M- fv)	49
9.1.5.2.	Lomas (M-lm)	49
9.1.5.3.	Lomas y colinas (M-lc)	50
9.1.5.4.	Planos de marea (R-pm)	50
9.1.6.	COBERTURA VEGETAL	50
9.1.6.1.	Bosque	51
9.1.6.2.	Mosaico de pastos con espacios naturales	52
9.1.6.3.	Cultivos permanentes	52
9.1.6.4.	Pastos, Pastos Limpios y Pastos Arbolados	52
9.1.6.5.	Otros tipos de cobertura menos representativos en la cuenca	53
9.1.7.	ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZAS	53
9.1.7.1.	Geoamenazas	54

<b><u>10. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL</u></b>	<b><u>57</u></b>
10.1. DEFINICIÓN LAS UNIDADES DE MANEJO DE LA CUENCA (UMC)	57
10.2. DEFINICIÓN DE CATEGORÍAS DE MANEJO	58
10.3. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN	62
10.3.1. OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL DE LA CUENCA	63
10.3.2. NIVEL DE INTERVENCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL	64
10.3.3. SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZA POTENCIAL	65
10.4. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	67
<b><u>11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</u></b>	<b><u>71</u></b>
11.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE ZONIFICACIÓN.	71
11.2. ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFLICTO QUE LOS RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN TIENEN FRENTE EL MARCO NORMATIVO LOCAL DE LA CUENCA.	75
11.2.1. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL DISTRITO DE SANTA MARTA:	75
11.2.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA.	80
<b><u>12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b>	<b><u>82</u></b>
<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b><u>84</u></b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag</b>
Tabla 7-1. Instrumentos de Planificación y Lineamientos Normativos del Territorio de Colombia .....	35
Tabla 8-1. Lista de información secundaria utilizada para el proyecto.....	39
Tabla 10-1. Categorías de manejo .....	59
Tabla 10-2. Categorías de Manejo Predeterminadas por el carácter legal que tienen. .....	61
Tabla 10-3. Descripción de los criterios de zonificación.....	64
Tabla 10-4. Clasificación del criterio nivel de intervención de la cobertura vegetal..	65
Tabla 10-5. Clasificación del criterio susceptibilidad de amenazas de la cuenca.....	66
Tabla 10-6. Resultados del Proceso de Zonificación Ambiental.....	68
Tabla 10-7. Resumen de los Resultados de la zonificación Ambiental.....	69
Tabla 11-1. Resultados del Análisis de Nivel de Conflictos entre el marco normativo local de la cuenca de río Guachaca, con la zonificación ambiental propuesta en el presente trabajo de profundización. ....	76
Tabla 11-2. Clasificación de los conflictos de uso de la cuenca del río Guachaca...	77
Tabla 11-3. Resumen de Resultados de Conflicto.....	78

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag</b>
Figura 5-1. Localización de la cuenca del río Guachaca .....	24
Figura 7-1. Marco normativo local que regula el territorio de la cuenca del río Guachaca.....	36
Figura 8-1. Esquema Metodológico.....	38
Figura 8-2. Aspectos de la cuenca .....	41
Figura 9-1. Unidades Climáticas de la cuenca del Río Guachaca. ....	44
Figura 9-2. Red hídrica de la cuenca del río Guachaca.....	45
Figura 9-3. Escorrentías de la cuenca del río Guachaca .....	47
Figura 9-4. Oferta Hídrica de la cuenca del río Guachaca.....	48
Figura 9-5. Geomorfología de la cuenca del río Guachaca.....	49
Figura 9-6. Cobertura vegetal de la cuenca del río Guachaca. ....	51
Figura 9-7. Fenómenos denudativos de la cuenca del río Guachaca .....	55
Figura 9-8. Susceptibilidad de amenazas de inundación del río Guachaca .....	56
Figura 10-1. Unidades de Manejo de la Cuenca del Río Guachaca (UMC). ....	57
Figura 10-2. Criterio de zonificación, oferta hídrica de la cuenca del Río Guachaca	64
Figura 10-3. Criterio de zonificación, intervención de la cobertura vegetal de la cuenca del río Guachaca.....	65
Figura 10-4. Criterio de zonificación susceptibilidad de amenazas de la cuenca .....	67
Figura 10-5. Zonificación ambiental del río Guachaca donde se recomiendan los usos adecuados para el manejo de su territorio.....	69
Figura 11-1. Imagen de la avalancha presentada en la cuenca del río Guachaca el 15 de Diciembre de 2011.....	73
Figura 11-2. Plano de Nivel de Conflicto entre el marco normativo local de la cuenca del río Guachaca, con la zonificación ambiental propuesta en el presente trabajo de profundización .....	78
Figura 11-3. Plano de Jurisdicción del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta en la cuenca del Río Guachaca.....	81

## **LISTA DE PLANOS**

**PLANO 1. LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 2. MARCO NORMATIVO LOCAL QUE REGULA EL TERRITORIO DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 3. UNIDADES CLIMÁTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 4. RED HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 5. ESCORRENTÍA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 6. OFERTA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 7. GEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 8. COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 9. SUSCEPTIBILIDAD A LOS FENÓMENOS DENUDATIVO DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 10. SUSCEPTIBILIDAD INUNDACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 11. UNIDADES DE MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA (UMC).**

**PLANO 12. CRITERIO DE ZONIFICACIÓN, OFERTA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 13. CRITERIO DE ZONIFICACIÓN, INTERVENCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

**PLANO 14. CRITERIO DE ZONIFICACIÓN SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZAS DE LA CUENCA.**

**PLANO 15. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL RÍO GUACHACA DONDE SE RECOMIENDAN LOS USOS ADECUADOS PARA EL MANEJO DE SU TERRITORIO.**



**PLANO 16. PLANO DE NIVEL DE CONFLICTO ENTRE EL MARCO NORMATIVO LOCAL DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA, CON LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PROPUESTA EN EL PRESENTE TRABAJO DE PROFUNDIZACIÓN**

**PLANO 17. JURISDICCIÓN DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA EN LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA.**

## RESUMEN

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales que por sus características biofísicas cuentan con propiedades naturales que brindan importantes servicios ecosistémicos. Estas propiedades se convierten sin duda alguna en su principal potencialidad o ventajas comparativas, y por tanto su aprovechamiento sostenible son la base para el desarrollo de sus habitantes.

Al norte del departamento del Magdalena -Colombia, en jurisdicción del Municipio de Santa Marta, está localizada la cuenca hidrográfica del río Guachaca la cual cuenta con propiedades naturales que están siendo amenazadas por la acción humana. Con el fin de brindar un insumo que sugiera usos del suelo adecuados para mantener dichas propiedades y por tanto sus servicios ecosistémico como estrategia para el desarrollo de los habitantes de la cuenca, este trabajo de profundización desarrolló una propuesta de zonificación ambiental.

En este propósito y con base en información existente, se hizo inicialmente un análisis sobre la cuenca que buscó conocer sus características climáticas, la red de drenaje, la distribución espacial de las escorrentías, su oferta hídrica y su geomorfológica, así como también su cobertura vegetal y las amenazas naturales a las que está expuesta. Estas características se convirtieron en los principales elementos para plantear criterios que después de ser integrados a través de un proceso de zonificación ambiental, apoyado con herramientas de sistemas de información geográfica, proporcionaron la base de juicio para recomendar usos del suelo adecuados para el manejo del territorio de la cuenca del río Guachaca.

Los resultados del proceso de zonificación de la cuenca recomiendan que un 90,44% del área de la cuenca clasificó en la categoría de preservación y protección ambiental, un 3,37% en la categoría de áreas de producción sostenible con gestión del riesgo, un 2,23% en la categoría de producción sostenible, un 0,12% en la categoría de zona residencial y un 3,83% en área de recuperación ambiental para la preservación.

## **INTRODUCCIÓN**

Al norte del departamento del Magdalena -Colombia, en jurisdicción del Municipio de Santa Marta, está localizada la cuenca hidrográfica del río Guachaca, la cual cubre un área aproximada de 26.814,04 Ha que se extiende desde el mar Caribe a 0 msnm y donde se localiza su parte más baja, hasta la Cuchilla de San Lorenzo a 2.825msnm donde se encuentra su parte más alta. Esta cuenca cuenta con propiedades naturales tales como: suelos con aptitud productiva, disponibilidad de recurso hídrico, biodiversidad, paisajes de gran valor estético, entre otras, que brindan importantes servicios ecosistémicos. Sin embargo, en ella se presentan situaciones que empiezan a amenazar sus propiedades naturales y que tienen su origen en las actividades desarrolladas cotidianamente en su territorio provocando problemas tales como: contaminación del agua, deterioro de la cobertura vegetal por el avance de la actividad ganadera y desarrollo de cultivos, incremento de los fenómenos de movimientos en masas por actividades antrópicas, avalanchas e inundaciones en las poblaciones de la parte baja de la cuenca, entre otros.

Las propiedades naturales con las que cuenta la cuenca del río Guachaca y que durante muchos años ha brindado servicios ecosistémicos al centro poblado de su mismo nombre y a los centros poblados de las comunidades indígenas Kogui, Arhuaca y Wiwa que en ella habitan; en contraste con las problemáticas derivadas de las formas de ocupación de su territorio, se convierten en los principales elementos de juicio para justificar la formulación de una propuesta de zonificación ambiental que proporcione un insumo que sugiera usos del suelo adecuados para el manejo de su territorio y por tanto para mantener sus propiedades naturales y servicios ecosistémicos.

En este sentido y para efectos de definir un esquema metodológico que aplicará pasos lógicos y secuenciales para lograr el alcance planteado en este trabajo de profundización, se inició por realizar una revisión bibliográfica de las diferentes metodologías que a nivel nacional se han implementado para desarrollar procesos de zonificación ambiental.

Fue así como se logró establecer, que era necesario analizar las características biofísicas de la cuenca que brindarán criterios, que después de ser integrados a través de un proceso de zonificación ambiental, proporcionarán las bases de juicio para sugerir usos del suelo adecuados para manejo del territorio.

Para el caso particular las características biofísicas analizadas fueron el clima, red hídrica, distribución espacial de las escorrentías, la oferta hídrica, la geomorfología, la cobertura vegetal y las amenazas naturales a las que está expuesta la cuenca. En este propósito fue necesario recolectar información existente en las bases de datos y centros de documentación de entidades tales como IGAC, INGEOMINAS, IDEAM, CORPAMAG y la Universidad de Cartagena. Además, y ante las limitaciones económicas que se presentaron para el desarrollo del presente trabajo de profundización en relación a la obtención de imágenes satelitales que permitieran conocer con más exactitud la cobertura vegetal de la cuenca, fue necesario apoyarse con fotografías aéreas de Google Earth.

Conviene resaltar, que para la zonificación ambiental de la cuenca, fue necesario diseñar un sistema de información geográfica sencillo que se apoyó con la plataforma del Software ArcGis 10.1.

En conclusión, los resultados del proceso de zonificación de la cuenca recomiendan que un 90,44% de su área se maneje bajo la categoría de preservación y protección ambiental, un 3,37% bajo la categoría de áreas de producción sostenible con gestión del riesgo, un 2,23% bajo la categoría de producción sostenible, un 0,12% bajo la categoría de zona residencial y un 3,83% bajo la categoría de recuperación ambiental para la preservación.

A continuación se muestra el desarrollo del presente trabajo de profundización haciendo énfasis en los siguientes capítulos: antecedentes y justificación, estado del arte, objetivos generales y específicos, alcances del trabajo, descripción general del área de estudio, marco teórico y normativo, metodología implementada para el desarrollo de trabajo y resultados de la caracterización de la cuenca y del proceso de Zonificación Ambiental.

## **1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

Por sus características biofísicas (geomorfología, geología, clima, cobertura vegetal entre otras), las cuencas hidrográficas son espacios territoriales que cuentan con propiedades naturales que brindan importantes servicios ecosistémicos. Estas propiedades se convierten sin duda alguna en su principal potencialidad o ventajas comparativas, y por tanto su aprovechamiento sostenible son la base para el desarrollo de sus habitantes.

Al norte del departamento del Magdalena -Colombia, en jurisdicción del Municipio de Santa Marta, está localizada la cuenca hidrográfica del río Guachaca, la cual genera importantes servicios ecosistémicos. Sin embargo, en ella se presentan situaciones provocadas por la forma de ocupación de su territorio (agroindustrial, ganadería y agricultura en zonas sin aptitud para esas prácticas, entre otras) que además de amenazar dichos servicios son la causa de su contaminación y de otras situaciones tales como deterioro de la cobertura vegetal por el avance de la actividad ganadera y cultivos, incremento de los fenómenos de movimientos en masas por actividades antrópicas, inundaciones en las poblaciones de la parte baja de la cuenca, entre otros.

Las propiedades naturales con las que cuenca la cuenca del río Guachaca y que durante muchos años ha brindado servicios ecosistémicos al centro poblado de su mismo nombre y a los centros poblados de las comunidades indígenas Kogui, Arhuaca y Wiwa que en ella habitan; en contraste con las problemáticas derivadas de las formas de ocupación de su territorio, se convierten en los principales elementos de juicio para justificar la formulación de una propuesta de zonificación ambiental que proporcione un insumo que sugiera usos del suelo adecuados para el manejo de su territorio y por tanto para mantener sus propiedades naturales y servicios ecosistémicos.

Además, existe una justificación adicional que se esboza en los testimonios adquiridos de parte de funcionarios de entidades con competencia en el área de la cuenca tales como: CORPAMAG, Aguas del Magdalena, Parques Nacionales

Naturales –Unidad Territorial Caribe y el inspector del corregimiento de Guachaca, en los que manifiestan que en esta cuenca aún no se han desarrollado procesos de zonificación específicos que recomienden usos del suelo para el manejo adecuado de su territorio.

Lo que sí se pudo encontrar con el desarrollo de presente trabajo de profundización, es que se han formulado estudios y proyectos, que si bien no abordan la situación de la cuenca específicamente, si la han analizado desde un enfoque más general en pro de plantear propuestas para el manejo ambiental del municipio de Santa Marta y la Sierra Nevada de Santa Marta. Entre estos se destacan el estudio desarrollado por Eslava Lorena Aja (2010) denominado *“Agua, Territorio y Poder: Representaciones, Significados, Usos y Manejos del agua en la Sierra Nevada de Santa Marta - Estudio de caso”*, en el que abordó un estudio de caso sobre las representaciones, significados, usos y manejo del agua en la Sierra Nevada de Santa Marta; a partir del análisis de las diferentes visiones y prácticas culturales en torno al agua por parte de los actores que pueblan e intervienen en las cuencas de los ríos Piedras, Aracataca y Guatapurí. También se destaca el informe *“Santa Marta 2012, Estado de avance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio”*, desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2012), donde se hace un reporte del estado de los indicadores a través de los cuales se hace seguimiento a los objetivos del milenio para el municipio de Santa Marta.

Así mismo se destaca el proyecto, que según información suministrada por Aguas del Magdalena, fue viabilizado por el Ministerio de Vivienda para la comunidad del resguardo indígena Wiwa, localizado en la cuenca, que contempla la construcción de un sistema de acueducto que supla la demanda a largo plazo de estas comunidades.

Por último se destaca el proyecto denominado río Guachaca propuesto por administraciones anteriores del distrito de Santa Marta, que consiste en un proyecto para suministrar agua potable a los habitantes del casco urbano de Santa Marta que contempla al río Guachaca como principal fuente de abastecimiento de agua. Dicho

proyecto estuvo muy avanzado, llegando incluso a la fase de diseño de detalles y costos de ejecución. Sin embargo hasta el momento no ha sido implementado.

Sobre la base de los antecedentes antes mencionados, queda claro que la propuesta de zonificación aquí concebida, constituye entonces un insumo y carta de navegación para el uso del suelo del territorio de la cuenca.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

A nivel nacional e internacional se han desarrollado variedades de estudios, que desde sus diferentes enfoques, han logrado aportar herramientas o experiencias en el campo de la ordenación del territorio y en especial en el campo de la ordenación y manejo del territorio de las cuencas hidrográficas.

Para efectos del estado del arte aquí esbozado, se hace un análisis de alguno de esos estudios, enfocado a resaltar los avances alcanzados por los mismos a nivel nacional e internacional en dos temáticas específicas que están entrelazadas con el tema planteado en el presente trabajo de profundización.

- La primera temática está relacionada con el concepto de planificar, ordenar y manejar el suelo sobre unidades territoriales que permitan entender las dinámicas propias de los ecosistemas para así propender por el aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales en pro del desarrollo de las comunidades que allí habiten. Se creyó pertinente discutir el estado del arte de esta temática, toda vez que la misma ayuda a fundamentar y comprender las razones por las cuales el presente trabajo de profundización, desde su óptica, plantea una propuesta de zonificación sobre una cuenca hidrográfica y no sobre una unidad territorial político administrativa o urbana.
- La segunda temática realiza una discusión sobre el estado del arte de los estudios y análisis que se han desarrollado para entender la forma como la dinámica interna de una cuenca puede verse afectada o beneficiada por las formas de ocupación de su territorio. También se discute sobre algunas innovaciones para solucionar problemáticas propias de cuencas hidrográficas. Esta discusión es muy relevante porque la misma proporciona herramientas e ideas que son referentes para la propuesta de zonificación alcanzada con el presente trabajo de profundización.

Con respecto a la primera temática Massiris (1999) resalta el sesgo urbanístico que ha existido en el tiempo y que ha limitado el ordenamiento territorial a lo urbano ignorando que toda entidad territorial es un espacio geográfico integral, resultado de



la articulación de estructuras urbanas y rurales de tipo físico-natural, económicas, socio-culturales y político-administrativas, cuyas formas organizativas y funcionamiento son afectados por fuerzas tanto internas como externas de las que resultan las formas de uso y ocupación que en un momento dado queremos modificar.

Este pensamiento es fundamental para entender que lo más adecuado no es seguir planificando el territorio desde un enfoque que solo contemple las dinámicas propias del hombre concentrado en una zona denominada ciudad. Es de vital importancia abrir el horizonte o romper estos límites y empezar a planificar el territorio entendiendo que las zonas urbanas son totalmente dependientes de los recursos que brinda la naturaleza y que por tanto son ellas las que deben adaptarse a lo natural y no lo natural a lo urbano como se ha venido haciendo normalmente.

Las cuencas hidrográficas se constituyen en uno de los territorios donde tiene lugar uno de los ciclos naturales más importantes para garantizar la existencia del hombre, se trata básicamente del ciclo del agua, el cual es vital para que las zonas urbanas que en ella se localizan puedan ser sostenibles. Esta connotación permite abrir los horizontes de lo urbano y ayuda a entender la anotación que García (s.f.), hizo en su estudio denominado, “El Sistema Complejo de la cuenca hidrográfica”, donde concluyó que el territorio de una cuenca hidrográfica, por sus condiciones naturales particulares, crea una relación entre sus habitantes debido a su dependencia común a un sistema hídrico y que por esta razón se convierte en un espacio natural (un conjunto de sistemas entrelazados) idóneo para llevar a cabo la labor conjunta de la planeación de los recursos naturales y por tanto del territorio como soporte de dichos recursos y de sus habitantes.

Y fue sobre este precepto que antes de la Alianza para el Progreso, durante la Segunda Guerra Mundial, ya se habían comenzado a desarrollar proyectos de planificación de cuencas hidrográficas en varios países de América Latina. Un ejemplo es México en donde se utilizó este tipo de experiencias como base de la planificación regional.

Lo anterior se fundamenta aún más trayendo a coalición las conclusiones obtenidas por Berke, Spurlock, Hess, and Band (2013) después de realizar un estudio que tomó como nombre *“Local comprehensive plan quality and regional ecosystem protection: The case of of the Jordan Lake watershed, North Carolina, U.S.A”*, y en el que tuvieron la oportunidad de analizar diferentes planes locales de ordenamiento para determinar su impacto sobre la protección del recurso hídrico de cuencas hidrográficas. Como resultado de dicho estudio concluyeron que la planificación de cuencas por territorios locales segmentados no ayuda a la conservación y protección de la misma y por esta razón proponen que las localidades con jurisdicción en una cuenca deben propender por practicar una cultura cívica de apoyo y gobernanza en colaboración, tomando como directrices generales las que se plasmen en un plan de ordenamiento central de la cuenca.

En muchos países, las cuencas hidrográficas tienen por lo general jurisdicción en dos o más municipios con sus zonas urbanas, cada uno de los cuales planifica su territorio desde un enfoque particular o netamente urbano, este ejercicio causa conflictos que se ven reflejados en la degradación del territorio de la cuenca y con el tiempo se revierten a las zonas urbanas impactando su sostenibilidad. Esto es lo que básicamente Berke, Spurlock, Hess, and Band (2013) quisieron demostrar con su estudio obteniendo como resultado que efectivamente la planificación del territorio debe darse entiendo primero que todo las dinámicas naturales, para que las comunidades se adapten a ellas implementando una cultura cívica de apoyo y gobernanza en colaboración.

Y un ejemplo de los resultados que se pueden obtener al implementar el pensamiento antes esbozado se puede ver en las conclusiones del estudio *“El papel de las instituciones locales en la gestión sostenible de cuencas hidrográficas: lecciones de la India”* realizado por Dash, Dash, and Kara (2011). En este estudio se analizó la gestión que varias instituciones gubernamentales y no gubernamentales realizaron sobre una cuenca hidrográfica. Este análisis permitió vislumbrar que dichas instituciones pusieron en marcha proyectos coordinados de desarrollo de cuencas hidrográficas para hacer frente a los retos de la conservación del suelo; fue

así como mejoraron la productividad de la tierra y elevaron los ingresos económicos de las poblaciones rurales a través del uso eficiente de los recursos naturales.

A nivel de políticas y normatividad, el estado colombiano ha adoptado el pensamiento de ordenar el territorio dando mayor jerarquía a los instrumentos de planificación formulados sobre unidades territoriales que permiten entender la dinámica de los ciclos naturales, que a los formulados sobre unidades territoriales político administrativas o urbanas. Y así lo reconoce en el numeral primero del Artículo 10 de la Ley 388 de Congreso de la República de Colombia (1997) o Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial de Colombia, donde cita: *“En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos<sup>1</sup> deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes: 1. Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales...*

Con respecto a la segunda temática, Amsalu, Stroosnijder, and Graaff (2007) realizaron una investigación denominada Long-term dynamics in land resource use and the driving forces in the Beressa watershed, highlands of Ethiopia, en la que analizaron, sobre la cuenca Beressa highlands of Ethiopia, por más de 40 años durante la segunda mitad del siglo 20, los aspectos biofísicos, los procesos socioeconómicos y los cambios de políticas para examinar sus relaciones con la dinámica del uso del suelo y de los medios de subsistencia de los agricultores. Como resultado de su investigación notaron que durante los años de análisis se presentaron cambios sustanciales en el uso del suelo de la cuenca. La cubierta vegetal fue remplazada por cultivos y en otros casos talada para prácticas ganaderas. Como contraprestación a este fenómeno no se aplicaron medidas de compensación por lo que la calidad del suelo se deterioró. Los agricultores creen que la degradación del suelo se dio por la disminución en los regímenes de precipitación, sin embargo y analizando los registros de dichos regímenes, fue de

---

<sup>1</sup> En Colombia los límites de los municipios y distritos son netamente político administrativo, no obedecen a una delimitación que tenga en cuenta los ciclos naturales.

notar, que por el contrario los mismos aumentaron. En respuesta a la degradación del suelo y la escasez de agua, los agricultores empezaron a cambiar gradualmente los cultivos anuales para hacer plantaciones de árboles. Con este cambio la obtención de sus ingresos se basó en la venta de madera y abono, lo cual se ha convertido en una mejor estrategia de supervivencia y de conservación de territorio.

Por otro lado Babbar-Sebens, Barr, Tedesco, and Anderson (2013), publicaron un estudio que tuvo como objeto desarrollar una metodología que permita identificar, en cuencas con problemas de inundación por caudales picos, los sitios más óptimos para la construcción de humedales que tengan como fin almacenar las aguas de escorrentía aguas arriba y por lo tanto disminuir el riesgo de inundaciones aguas abajo. Estos humedales actúan además como retenedores de escorrentías agrícolas y por tanto de los nutrientes que se derivan de estas actividades. Un caso en el que se aplicó esta tecnología obteniendo buenos resultados fue en la cuenca Eagle Creek, localizada a 10 kilómetros al noroeste de Indianapolis, en EE.UU. Los resultados del caso antes mencionado demostraron que con una selección adecuada de los parámetros de diseño de los humedales, en especial de sus áreas, es posible conseguir importantes reducciones de flujo máximo.

Bilby and Mollot (2008), realizaron un análisis en el noreste del pacifico de Norte América, donde, en el siglo 20, se ha presentado la eliminación de bosques para diversos fines. El análisis tuvo como consigna examinar la relación entre las áreas de desove del salmón (*Oncorhynchus kisutch*) y los cambios en el uso del suelo entre 1984 y 2001 en 84 sitios de cuatro ríos que desembocan en el norte de Puget Sound. Los cambios en el uso del suelo durante este periodo fueron determinados a partir del análisis de imágenes Landsat, las zonificaciones existentes en el condado y fotografías aéreas. Como resultados del análisis se evidenciaron reducciones sustanciales de la cobertura forestal de las cuencas de los ríos analizados. En contraprestación a esto se observó que la producción de salmón en sitios sometidos a un mayor uso urbano se redujo aproximadamente un 75%; mientras que en los sitios con mayor cobertura boscosa y usos del suelo rural, la producción de salmón fue mayor. Estos resultados permitieron concluir que los albergues con poblaciones de salmón que se encuentran en áreas de rápido desarrollo urbano,

exigen por parte de los gobernantes, mayor protección, es así como estas especies pueden ser conservadas.

El tipo de análisis realizado en el estudio antes mencionado proporciona un indicador muy útil para conocer los impactos que el uso del territorio de una cuenca puede tener sobre su recurso hídrico. Esta afirmación se fundamenta si se tiene en cuenta que la mayor o menor existencia de peces en un cuerpo de agua son indicativo de su calidad, y por tanto del adecuado o inadecuado manejo que se da al territorio por donde fluyen las escorrentías que lo alimentan.

Rivas, Dominguez, and Vela (2011), analizaron la influencia que el uso del suelo y la cobertura vegetal tuvieron sobre el balance hídrico de tres microcuencas de Tarimoro, Guanajuato. Dicho análisis se hizo en el periodo de tiempo comprendido entre los años 1979 y 2004 y se realizó una proyección hacia el año 2020. Para tal fin se aplicó la metodología propuesta por Thornthwaite y Mather. Como resultado se observó que la agricultura temporal cambio en un 50% a agricultura de riego de 1979 a 2004, y se evidenció un cambio del 19% en la cobertura vegetal donde los matorrales xerófilo cambiaron a pastizal; estos cambios provocaron una reducción en la disponibilidad del recurso hídrico y se pronostica una misma tendencia hacia el 2020. Al final el estudio concluyó que el cambio de uso de suelo y vegetación influye directamente en el balance hídrico de una cuenca.

Así mismo, De las Salas and Olmos (2000), estimaron el balance hídrico bajo tres coberturas vegetales en la cuenca hidrográfica del río San Cristóbal, Bogotá, concluyendo también, en términos generales que la cobertura vegetal tiene influencia directa en la variación del balance hídrico.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Formular una propuesta de zonificación ambiental sobre la cuenca hidrográfica del río Guachaca en el departamento Magdalena enfocada a recomendar usos del suelo adecuados para el manejo de su territorio.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir, a partir de información existente, las características climáticas, red hídrica, distribución de las escorrentías, oferta hídrica y geomorfológicas de la cuenca del río Guachaca, así como también su cobertura vegetal y las amenazas naturales a las que está expuesta.
- Desarrollar el proceso de zonificación ambiental de la cuenca del Río Guachaca, a partir del planteamiento de criterios que después de ser analizados e integrados con el apoyo de herramientas de sistemas de información geográfica, proporcionen la base de juicio para recomendar los usos del suelo adecuados para el manejo del territorio de la cueca.

#### **4. ALCANCES**

Para el desarrollo del presente trabajo de profundización se plantearon los siguientes alcances:

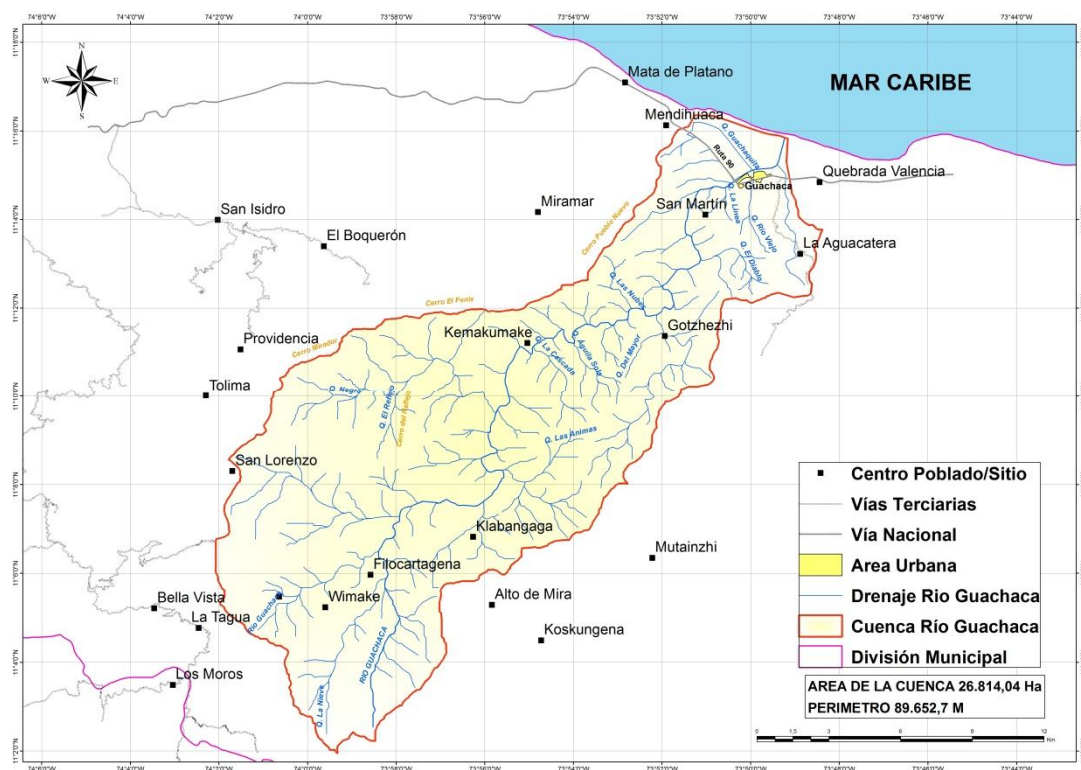
- La propuesta de zonificación se realizó con base en la información existente solicitada y adquirida en las entidades gubernamentales y privadas con competencia en el área de estudio. Además, y ante las limitaciones económicas que se presentaron para el desarrollo del presente trabajo de profundización en relación a la obtención de imágenes satelitales que permitieran conocer con más exactitud la cobertura vegetal de la cuenca, fue necesario apoyarse con fotografías aéreas de Google Earth.
- La escala de la propuesta de zonificación estuvo supeditada a la escala con la que se obtuvo la información a la que se refiere el alcance anterior.
- El área de estudio se circunscribe al territorio incluido dentro de la línea de divorcio de la cuenca hidrográfica del río Guachaca. La cual fue delimitada a partir del mapa de curvas de nivel del departamento del Magdalena a escala 1:25000, que fue suministrado por el Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental de la Universidad de Cartagena.
- Este trabajo de profundización se constituye como un ejercicio académico para ser presentado a la Universidad del Norte como requisito para que su autor aspire al título de Magister en Urbanismo y Desarrollo Territorial. Por lo tanto, y a pesar de que tuvo en cuenta algunas normas nacionales para su desarrollo, no cuenta con soportes legales, para su implementación como zonificación ambiental de la cuenca del Río Guachaca en el Departamento de Magdalena. Sin embargo y si la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG), con consentimiento de la Universidad del Norte, decide tomarlo como referente o apoyo para su gestión institucional, se recomienda ajustarlo al Decreto 1640 de 2012 que actualmente dicta los lineamientos para la formulación de Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia y dentro de estos la zonificación ambiental de las mismas.

## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con el fin de proporcionar al lector del presente trabajo de profundización una visión general de las características de la cuenca del Río Guachaca se plasma a continuación una descripción de la misma.

La cuenca del río Guachaca se localiza al norte del departamento del Magdalena – Colombia en la vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en su flanco norte, entre las coordenadas 11° 2'37.21"N y 73°58'39.49"O (lugar de nacimiento del río) y 11°15'51.80"N y 73°49'13.53"O (lugar de desemboca de río en el mar Caribe) (**Figura 5-1 y Plano 1**).

**Figura 5-1. Localización de la cuenca del río Guachaca**



FUENTE: PLANO BASE IGAC

La cuenca limita al norte con el Mar Caribe, por el este con la cuenca del río Buritaca, por el sur con la cuenca del río Gaira y por el Oeste con las cuencas de los ríos Manzanar y Piedras. El cauce principal de la cuenca es el río Guachaca



con una longitud aproximada de 47.32km, que nace al sur en la parte alta de la vertiente al norte de la Cuchilla de San Lorenzo en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en un paisaje de montaña con un relieve de filas y vigas, y desemboca en el mar Caribe en la línea costera. El área hace parte de la Macrocuena Hidrográfica del Caribe de la Sierra Nevada de Santa Marta. La cuena tiene una gran variedad de pendientes y elevaciones, las que sumadas a las características geológicas de la zona determinan la orientación del cauce del río y de sus tributarios.

La cuena cubre un área aproximada de 26.814,04 Ha que se extiende desde el mar Caribe a 0msnm y donde se localiza su parte más baja, hasta la Cuchilla de San Lorenzo a 2.825msnm donde se encuentra su parte más alta. Hace parte del área municipal del Distrito de Santa Marta, y en ella se ubican los poblados de los Corregimientos de Guachaca y Bonda denominados Filocartagena, Gotzhezhi, Altos de Guachaca, Kemakumake, Klabangaga, la Aguacatera, San Martin y Wimake.

Tanto en la parte alta como en la parte media de la cuena se mantiene una tendencia en la que se conserva la presencia de bosques que en algunos sectores de áreas muy pequeñas rodean a zonas intervenidas con coberturas de pastos, pastos arbolados y pastos enmalezados que generalmente se encuentran localizadas cerca de la ronda de los arroyos y son utilizadas en prácticas agropecuarias. En la parte baja de la cuena se sigue conservando la presencia de bosques, sin embargo las áreas intervenidas tienen extensiones mucho más grandes en las que predominan mosaicos de pastos con espacios naturales, pastos arbolados y zonas en las que también se practican actividades agropecuarias. En dimensiones más pequeñas se encuentran algunos tejidos urbanos discontinuos. Ya en la parte más baja se encuentra el centro poblado de Guachaca considerado como el principal sitio de aglomeración humana de la cuena, también se encuentra un cultivo permanente de gran extensión bordeado hacia el suroeste por la vía que conduce hacia a la Guajira (Ruta 90) y hacia su extremo sureste por un tramo del río Guachaca que va hacia la desembocadura. Al noroeste de este cultivo se

encuentra, un área grande de mosaicos de pastos con espacios naturales en los que se practica ganadería:

Esta cuenca se caracteriza por que sobre su parte alta, más exactamente hacia el sureste tienen jurisdicción los resguardos indígenas kogui y Aruaco y el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta. Es así como la cuenca hace parte de la ecorregión Sierra Nevada de Santa, una de las cinco ecorregiones definidas por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena -CORPAMAG, para la gestión ambiental del territorio del Departamento del Magdalena.

## 6. MARCO TEÓRICO

Este trabajo de profundización tiene como referencia un marco teórico que enfatiza y abarca terminologías aplicadas en contextos nacionales e internacionales que básicamente proporcionan un lenguaje común y facilitan la interlocución con los potenciales lectores. A continuación se desarrolla un ensayo que resalta dichas terminologías y plantea una discusión sobre las mismas enfocada a señalar sus evoluciones históricas, las definiciones conceptuales bajo las que son abordadas por el presente trabajo de profundización y una sustentación de las razones por las que se tienen en cuenta.

Al plantear un proyecto que tendrá como ámbito de aplicación el territorio de una cuenca hidrográfica lo primero que se podrían preguntar sus lectores es ¿Qué es una cuenca hidrográfica?

Inicialmente parecería que su definición es sencilla y que se puede limitar a aspectos netamente biofísicos que la consideran como una delgada y elevada franja de tierra que separa dos cuencas de drenaje o la delgada línea que divide las aguas que fluyen hacia dos ríos diferentes. O en otros términos como una *hoya hidrográfica conformada por el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.*

Pero si se hace un análisis más integral se puede encontrar que el concepto de cuenca hidrográfica puede poseer connotaciones amplias dependiendo de los objetivos que se persigan. Los intereses perseguidos determinan, de algún modo, su definición y caracterización, y por consiguiente su planificación y manejo (García, s.f.).

Es así como la definición antes planteada desde un punto de vista biofísico, puede ser complementada teniendo en cuenta las dinámicas socioeconómicas y culturales

que se presentan en el territorio de la cuenca. De esta forma, el concepto de cuenca hidrográfica podría enfocarse desde un punto de vista más utilitario considerándola como un sistema integrado o máquina para transformar la radiación que viene del sol, precipitaciones y otros factores ambientales, que sumados al trabajo humano y la inversión de capital permite rescatar servicios ecosistémicos, como; productos forestales, agrícolas, vida silvestre, satisfacciones estéticas, recreacionales, producción de energía y agua para la población, agricultura e industria. De este modo, una cuenca es un gran ecosistema que entrega diversos servicios a la sociedad (servicios ecosistémicos) Parra (2009).

Lógicamente dicha utilización estaría direccionada por otro de los términos que tendrá lugar en el desarrollo del presente trabajo de profundización que básicamente se conoce como “**sostenibilidad ambiental**”.

Este término se considera como el concepto, que en general, direccionará la zonificación de la Cuenca del Río Guachaca que aquí fue desarrollada. Y fue así porque todos los análisis que tuvieron lugar en este estudio apuntaron a recomendar lineamientos de manejo para el territorio de la cuenca enfocados a que tanto las generaciones actuales como las futuras cuenten con los recursos naturales necesarios para mantener sus actividades socioeconómicas cotidianas y para conservar el ecosistema de la cuenca como soporte de dichas actividades.

Así las cosas se tiene que el origen del concepto sostenibilidad ambiental se sitúa a principios de la década de los años 80, a partir de perspectivas científicas sobre la relación entre el medioambiente y la sociedad y la publicación de varios documentos relevantes, principalmente la Estrategia Mundial para la Conservación, World Conservation Strategy, UICN, 1980, primera estrategia global de Desarrollo Sostenible (Foladori & Tommasino, 2000) y el conocido como Informe Brundtland, Nuestro Futuro Común (Brundtland, 1989).

El concepto sostenibilidad surge por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo, que puede describirse como una "emergencia planetaria" (Bybee, 1991), como una situación insostenible que amenaza gravemente el futuro de la humanidad.

Un futuro amenazado es, precisamente, el título del primer capítulo de Nuestro futuro común, el informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, conocido como Informe Brundtland (Brundtland, 1989), a la que debemos uno de los primeros intentos de introducir el concepto de sostenibilidad o sustentabilidad.

El término sostenibilidad, es entonces, la característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

La definición de los dos términos antes discutidos permite entender que lo que se quiere con el presente trabajo de profundización es proponer los usos del suelo adecuados para el manejo del territorio de la cuenca del río Guachaca con el fin de garantizar la sostenibilidad de sus recursos naturales.

Con esto claro se sigue entonces con la discusión de otro término que para el caso particular toma lugar como la herramienta o instrumento metodológico que permitió direccionar de una forma objetiva los análisis y resultados del trabajo.

Se trata del término **“zonificación ambiental”**. Este se constituye en el instrumento técnico de planificación y de apoyo a través del cual, el presente trabajo de profundización, pudo recomendar medidas de manejo y el tipo de actividades más adecuadas para el uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Guachaca.

La zonificación ambiental (Z.A.) es la síntesis de la dinámica del territorio. Es así como provee la localización geográfica y la cuantificación de áreas con características físicas y biológicas propias, además de la definición de los usos potenciales sostenidos y las necesidades de conservación para otros fines. Además, proporciona la información necesaria y provee las opciones disponibles para el desarrollo de políticas de ordenamiento territorial ambiental, en el contexto socioeconómico de cada región. (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2010)

En el campo de la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, el artículo primero de la modificación al Decreto 1729 de 2002, define la zonificación ambiental como la “sectorización de la cuenca, de acuerdo a factores físicos, biológicos, ecológicos, socioeconómicos, étnicos, culturales, riesgos y conflictos, con el fin de garantizar su adecuado uso”.

Para el presente trabajo de profundización la zonificación ambiental determina las unidades espaciales de uso y ocupación del territorio considerando las características biofísicas de la cuenca, especialmente el clima, la hidrología, la Geomorfología, la cobertura vegetal y las amenazas naturales a las que está expuesta la cuenca.

## **7. MARCO NORMATIVO**

Las Normas nacionales que tienen relación con el presente trabajo de profundización y que por tanto brindan una idea del contexto donde el mismo podría tener alguna aplicación, lógicamente después de ajustarlo y enmarcarlo a la totalidad de los requisitos que exigen dichas normas, son las que se mencionan a continuación haciendo énfasis en las escalas nacionales, regionales y locales:

### **7.1. ESCALA NACIONAL**

En Colombia, la evolución histórica en la zonificación de cuencas hidrográficas está vinculada a los cambios y modificaciones de la normatividad ambiental correspondiente al tema. En este contexto, los primeros lineamientos normativos en zonificación de cuencas hidrográficas en el país se remontan hacia 1953 con la expedición del Decreto 2278, el cual en su artículo 4º establece los primeros lineamientos de zonificación forestal al determinar áreas de carácter protector en terrenos ubicados en las cabeceras de las cuencas de los ríos, arroyos y quebradas.

En este mismo período, con la expedición de la Ley 2ª de 1959 se ratifican conceptos de ordenamiento ambiental en lo relacionado con el establecimiento de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General" reconociendo en el país siete (7) grandes zonas de reserva forestal: Pacífico, Central, Sierra Nevada de Santa Marta, Río Magdalena, Cocuy, Serranía de los Motilones y Amazonía.

Con la creación delINDERENA en el año de 1968 se reestructuró el sector agropecuario y se atribuyó al Instituto en todo el territorio nacional las funciones de protección y regulación del uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. ElINDERENA fue el ente central encargado de aplicar las disposiciones del Código de los Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974) y además actuaba como asesor del Gobierno Nacional en materia de política ambiental.

Paralelamente, en 1974 se incorpora un nuevo marco jurídico en materia ambiental con la expedición del Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974), en el cual se establecen los lineamientos para el manejo de los

recursos naturales renovables y en particular se definen criterios para el manejo de cuencas hidrográficas. Dicho Decreto constituye el derrotero de referencia normativo en cuanto al uso y manejo de aguas, suelo, flora y fauna.

La promulgación de la Constitución Política de 1991, señala la institucionalización de nuevas bases legales que instrumentalizan políticas de intervención del Estado sobre el ordenamiento territorial existente. La Carta Política plantea de esta forma la necesidad de promover el ordenamiento del territorio, el uso equitativo y racional del suelo y la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del país. Es así, como el capítulo 3 está dedicado a los derechos colectivos y del ambiente, en donde se resaltan el artículo 79 referido al derecho de las personas a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y el artículo 80 relativo a que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

La reforma constitucional formula un nuevo orden institucional ambiental, estableciendo un marco de acción y de convenio social, dando como resultado la expedición de la Ley 99 de 1993, con la que se crea el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) el Sistema Nacional Ambiental - SINA y se reorganiza el sector público encargado de la gestión ambiental.

Para 1994, se expide la Ley 142 o régimen de servicios públicos, con la cual se diseñan herramientas legales para garantizar la prestación de servicios públicos domiciliarios bajo los principios constitucionales de equidad, eficiencia, transparencia y calidad. Adicionalmente, se definen competencias en materia de regulación, asistencia técnica, vigilancia y control y operación de las empresas prestadoras de los servicios.

La reforma constitucional y los nuevos referentes normativos surgidos, han preparado el camino, para la expedición de una serie de políticas en materia ambiental como la Política Nacional de Biodiversidad (1995), Política de Bosques (1996), Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua (1996), Política de



Gestión Integral de Residuos Sólidos - GIRS (1997), Política de Producción Más Limpia (1997), Lineamientos de Política para la Participación Ciudadana en la Gestión Ambiental (1998), Lineamientos para la Política Nacional de Ordenamiento territorial (1998) y recientemente la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010) entre otras.

Cabe resaltar, que la Política Hídrica Nacional, tiene como objetivo orientar la planificación, administración, seguimiento y monitoreo del recurso hídrico a nivel nacional bajo un criterio de gestión integral del mismo. Por tanto, debe direccionar la gestión integral del recurso hídrico, incluyendo tanto las aguas superficiales, como las subterráneas y las marinas, y en consecuencia debe establecer los objetivos y estrategias para el uso y aprovechamiento eficiente del agua, la prevención y control de la contaminación hídrica, considerando y armonizando los aspectos sociales, económicos y ambientales que inciden en dicha gestión.

En este contexto, y con el fin de armonizar las regulaciones establecidas en el Decreto Ley 2811 de 1974 (Código de Recursos Naturales) y la Ley 9 de 1989 (Planes de Desarrollo Municipal) con los principios normativos ambientales señalados en la Ley 99 de 1993, se expide la Ley 388 de 1997 y a su vez el MAVDT expide una serie de regulaciones en torno al recurso hídrico dentro de las que se destacan la Ley 373 de 1997 sobre el Programa de ahorro y uso eficiente del agua (modificada por la ley 812 de 2003 que aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006) y el decreto 1729 de 2002, derogado por el 1640 de 2012, que establece las finalidades, principios y directrices de la ordenación de cuencas en el país.

Este último decreto es quizás sobre el que el presente trabajo de tesis podría hacer su mayor aporte, ya que dentro de su contexto contempla una fase para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas que aquí es desarrollada, la de la zonificación ambiental. De esta forma los resultados de esta fase podrían ser tomados como referencia por la Corporación Autónoma Regional sobre la que la cuenca del río Guachaca tiene Jurisdicción, que en este caso es la Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

## **7.2. ESCALA REGIONAL**

A nivel de protección del medio ambiente el territorio colombiano se subdivide en regiones sobre las cuales hacen gestión y control ambiental, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible. Como se mencionó anteriormente, sobre la cuenca del río Guachaca tiene Jurisdicción la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG, la cual, como su nombre lo indica, tiene competencia sobre todo el departamento del Magdalena.

Al igual que todas las corporaciones Autónoma Regional en el país, CORPAMAG gestiona su territorio y medio ambiente, según los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR, el cual contiene la visión ambiental estratégica del departamento.

EL PGAR más que un instrumento es un proceso permanente de acuerdos colectivos que invitan a la apertura de espacios de reflexión continua en torno a nuevos paradigmas en que lo ambiental se entienda como la interacción de lo ecosistémico y lo cultural.

Actualmente el PGAR de CORPAMAG entrará en fase de reformulación y ajuste, ya que su vigencia caducó en el pasado 2012. Para este efecto CORPAMAG tiene en cuenta todas las normas, lineamientos y políticas que tengan vigencia en su territorio, así también tiene en cuenta los planteamientos técnicos y recomendaciones que resulten de estudios específicos hechos sobre su zona.

Sobre la base de lo anterior es muy claro que el presente trabajo de tesis podría aportar elementos técnicos que ayuden a CORPAMAG a tomar algunas decisiones para la reformulación de su PGAR y por tanto para la gestión y normalización regional de su territorio y sobre todo de su recurso hídrico.

## **7.3. ESCALA LOCAL**

En Colombia, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), o en su defecto, Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), son los instrumentos básicos para planificar el ordenamiento del

territorio de un municipio o distrito; así también son definidos como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. (Ley 388 de 1997 - Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial).

Pero en Colombia también se adoptan e implementan otros instrumentos de planificación del territorio sectoriales y ciertos lineamiento normativos, que por Ley, son determinantes o tienen jerarquía sobre los PBOT, POT y EOT, y son aplicados en áreas que por sus características físicas, bióticas o sociales son únicas o han sido declaradas o consideradas como áreas de preservación y conservación, ya sea mediante actos administrativos o por entes particulares o privados. Estos instrumentos de planificación y lineamientos normativos, se implementan en dos tipos de áreas: a) con restricción legal y b) con restricción ambiental. En la **Tabla 7-1** se señalan cada una de estas áreas:

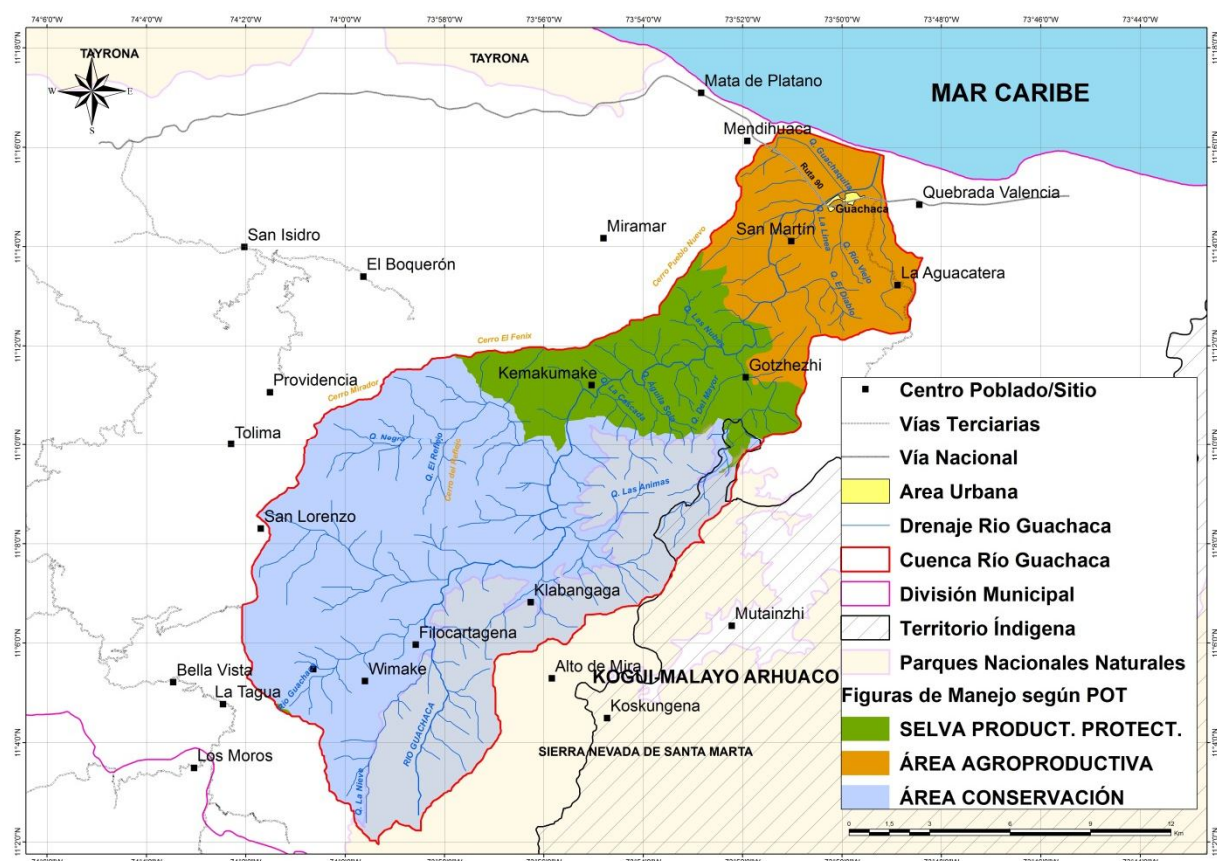
**Tabla 7-1. Instrumentos de Planificación y Lineamientos Normativos del Territorio de Colombia**

<b>Áreas con restricciones legales:</b> Consideradas todas aquellas áreas que restringen o excluyen de manera tajante, la utilización de áreas en el desarrollo de proyectos
Sistema de Parques Nacionales Naturales
Reservas Forestales Protectoras
Área natural única
Santuarios de Fauna y Flora
Áreas amortiguadoras de parques nacionales debidamente reglamentadas
Recarga de Acuíferos
Paramos y Subparamos
Nacimientos de agua
<b>Áreas con restricción ambiental:</b> Consideradas aquellas áreas que cuentan con limitantes ambientales y o legales, pero que no son definitivamente excluyentes para la realización de un proyecto, obra o actividad sino que mediante concertación, consulta o adecuado manejo pueden ser utilizados para la ejecución de los proyectos. Dentro de este tipo de áreas se tienen los siguientes
Cuerpos de agua (Ciénagas, ríos, quebradas, lagos, lagunas)
Áreas aferentes a cuerpos de agua
Reservas de la Sociedad civil
Áreas forestales protectoras
Bosques de ribera y bosques secundarios
Distritos de manejo integrado
Microcuencas de Acueductos
Distritos de conservación de suelos
Áreas de protección declaradas por los Municipios y departamentos
Áreas de interés arqueológico
Resguardos indígenas
Consejos comunitarios de poblaciones afrocolombianas
Áreas cuyo uso el PBOT/POT/EOT defina expresamente la prohibición del desarrollo de actividades industriales

FUENTE: NORMATIVIDAD AMBIENTAL COLOMBIANA

Como se mencionó en el capítulo de descripción general, la cuenca del río Guachaca hace parte del municipio de Santa Marta, el cual cuenta con su plan de ordenamiento territorial, con instrumentos de planificación sectoriales y con lineamientos normativos, que para el caso particular son considerados como las normas que actualmente regulan en forma local al territorio de la cuenca. (Ver **Figura 7-1 y Plano 2**).

**Figura 7-1. Marco normativo local que regula el territorio de la cuenca del río Guachaca.**



FUENTE: POT DEL MUNICIPIO DE SANTA MARTA PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA,

En la **Figura 7-1**, donde se espacializan las normas que regulan el territorio de la cuenca del río Guachaca se puede observar que en la misma tienen presencia:

- El Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Santa Marta, proponiendo en la parte alta de la cuenca un uso de conservación, en la parte media un

uso de selvas productoras protectoras y en la parte baja un uso agroproductivo;

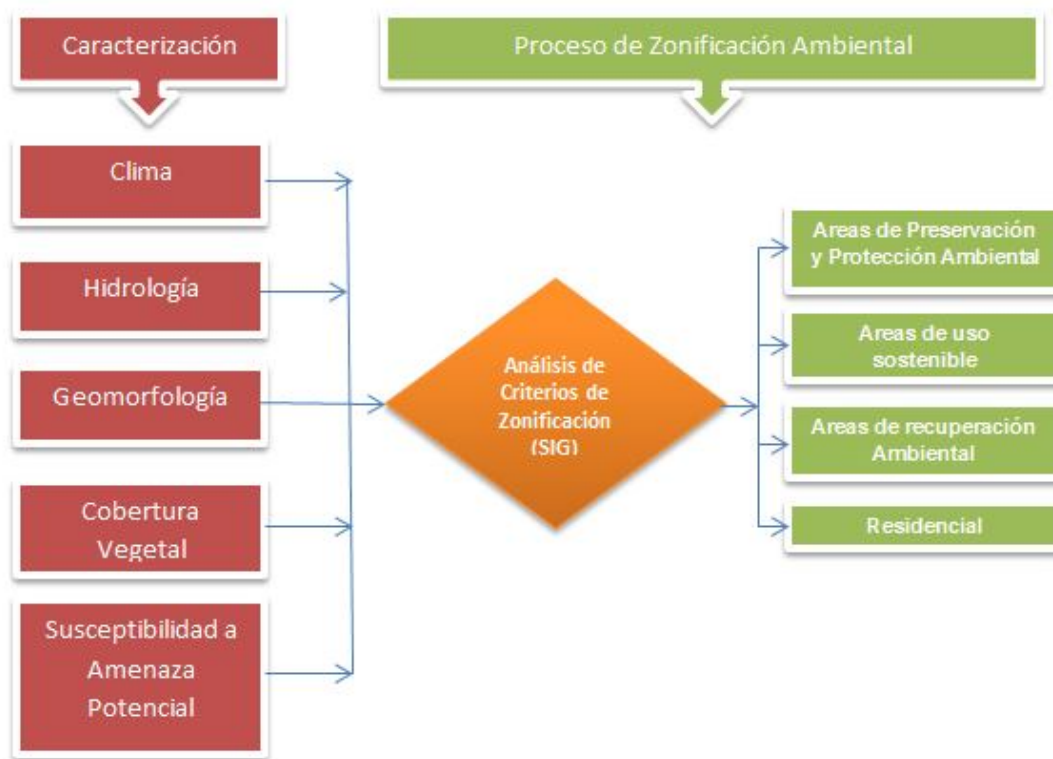
- Zonas con restricciones legales tales como: el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, y el nacimiento del cauce principal del río que está localizado al sur en la estrella de San Lorenzo.
- Zonas con restricciones ambientales reguladas y protegido por el Código Nacional de Recursos Naturales de Colombia, correspondientes a la red hídrica de la cuenca del río Guachaca y sus rodas (30m lado y lado). En este sentido también se encuentran parte de los territorios de los resguardos indígenas Arhuaca y Wiwa que son protegidos por la Ley 21 de 1991 (Ministerio del Interior) y áreas de interés arqueológico que son reguladas y protegidas Ley 1185 de 2008.

## 8. METODOLOGÍA

El alcance del presente trabajo de tesis buscó desarrollar una propuesta de zonificación ambiental de la cuenca del río Guachaca en el departamento del Magdalena, enfocada a recomendar usos del suelo adecuados para el manejo de su territorio.

En este propósito se aplicó el esquema metodológico que muestra en la **Figura 8-1** y que básicamente se resume en las dos fases que se describen a continuación:

**Figura 8-1. Esquema Metodológico**



### 8.1.1.Fase 1 – Caracterización de la Cuenca

Como ya fue mencionado, el desarrollo de esta fase estuvo enfocado a la descripción del clima, la red hídrica, la distribución espacial de las escorrentías, la oferta hídrica y la geomorfología de la cuenca, así como también su cobertura vegetal y susceptibilidad de amenaza potencial.

Para la descripción de estos aspectos fueron implementados mecanismos de recolección de información que consistieron básicamente en revisiones bibliográficas sobre estudios con injerencia en el área de la cuenca y en obtención y análisis de información cartográfica.

Lo anterior fue realizado a través de consultas a los centros de documentación de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – Corpamag, de la Dirección Territorial Caribe de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia. También fueron consultadas las bases de datos de la Universidad del Magdalena y del Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental de la Universidad de Cartagena, esta última que acompañó técnicamente a CORPAMAG en la formulación de nueve cuencas hidrográficas del departamento del Magdalena. Igualmente se consultó al Plan Departamental de Agua Potable y Alcantarillado del Magdalena y a la Secretaria de Planeación de Santa Marta. En especial y teniendo en cuenta que CORPAMAG es la principal autoridad ambiental sobre la cuenca, se entregó un oficio, que además de informar sobre el trabajo de profundización aquí planteado, solicitó información relacionada con el mismo.

Como resultados de estas consultas se obtuvo la lista de estudios que se relacionan en la **Tabla 8-1** resaltando la importancia o relación que tienen para el presente trabajo de tesis.

**Tabla 8-1. Lista de información secundaria utilizada para el proyecto**

Tipo de Información		Contenido	Fuente y Fecha	Relación con el presente trabajo de tesis.
Estudio	Cartográfica			
	X	Límites de los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona.	Planes de Manejo Ambiental de los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona	Permite establecer si la cuenca tiene jurisdicción dentro de los Parques Nacionales Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona.
	X	Características Climáticas de la cuenca	Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena. 2008	Permitió identificar las unidades climáticas de la cuenca del río Guachaca que fueron un insumo necesario para determinar las unidades de manejo de la cuenca (UMC).
	X	Configuración de la Red	CORPAMAG,	Es una información necesaria



Tipo de Información		Contenido	Fuente y Fecha	Relación con el presente trabajo de tesis.
Estudio	Cartográfica			
		Hídrica de la .cuenca	2011	para determinar la distribución espacial de la esorrentía en la cuenca. La red hídrica fue determinada a partir del plano de curvas de nivel de la cuenca a escala 1:25000, que a su vez fue definido con base en el modelo digital del terreno.
X		Geomorfología de la cuenca.	INGEOMINAS. Proyecto: "Evolución Geohistórica de La Sierra Nevada de Santa Marta. Bogotá D.C., octubre de 2007	Permitió identificar las unidades geomorfológicas de la cuenca del río Guacha que fueron un insumo necesario para determinar las unidades de manejo de la cuenca (UMC).
X		Amenazas Potenciales de inundación y remoción en masa de la cuenca	SIGAC, 2007	Condicionan o limitan los usos del suelo en la cuenca, por lo que son un criterio fundamental para recomendar usos del suelo adecuado.
X		Reporte de fenómenos de desastre en la cuenca.	Diario El Herald, 2011	Referente para plantear medidas de manejo en la cuenca que no perimían que estos fenómenos vuelvan a ocurrir.
	X	Imagen Satelital Google Earth, 2013	Google Earth, 2013	Permitió definir la cobertura vegetal de la cuenca, como insumos necesarios para determinar las unidades de manejo de la cuenca (UMC)..

FUENTE: TABLA ELABORADA POR LOS AUTOR, A PARTIR DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA PARA EL ESTUDIO, 2013.

Es preciso mencionar que la información cartográfica fue analizada con el apoyo del sistema de información geográfica y para el caso particular utilizando como plataforma el software ArcGis 10.1. Además y teniendo en cuenta las limitaciones que existen en torno a la recolección de información cartográfica a escalas detalladas fue necesario unificar la escala del proyecto a la de menos resolución.

### 8.1.2.Fase 2 – Zonificación Ambiental

Para el caso particular y según lo sugerido por la Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia, elaborada por el INVEMAR en el 2006, la zonificación ambiental se desarrolló en los cuatro pasos que se describen a continuación.

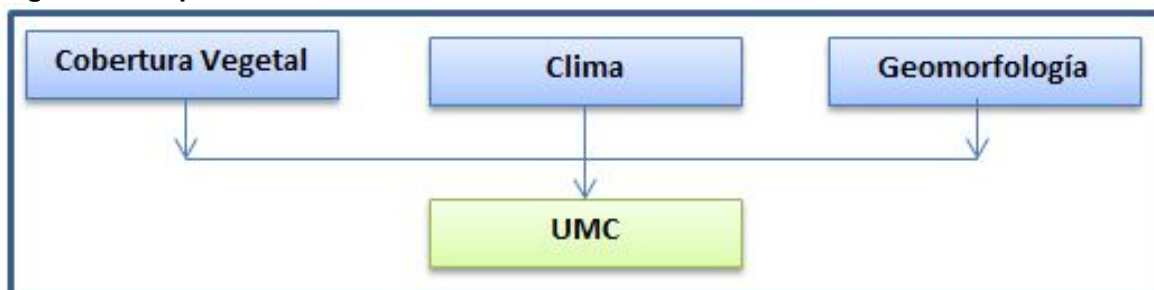


#### 8.1.2.1. Paso 1. Definición de las unidades de manejo de la cuenca

Las unidades de manejo de la cuenca (UMC) están referidas a aquellas zonas de la cuenca que por contar con características físicas y bióticas homogéneas pueden ser manejadas por una o varias acción comunes.

Sobre la base de lo anterior, las UMC de la cuenca del río Guachaca fueron definidas a través de la superposición de los aspectos de la cuenca que representan sus características climáticas, de cobertura vegetal y geomorfología (**Figura 8-2**).

**Figura 8-2. Aspectos de la cuenca**



Se tomaron estos aspectos para la definición de las UMC porque permiten conocer en forma integral y desde un enfoque biofísico, las zonas de la cuenca que presentan características comunes y por tanto permiten recomendar medidas homogéneas para el manejo de las mismas.

#### 8.1.2.2. Paso 2. Definición de categorías de manejo

Las categorías de manejo o de zonificación, representan el conjunto de áreas cuya gestión y administración se realiza de acuerdo a un modelo que combina las características del área, sus objetivos de manejo (visión o propuesta de desarrollo territorial) y su forma de administración (Categorías de Manejo). Funcionan como herramientas con las cuales se desarrolla el ordenamiento de usos por medio de la zonificación ambiental.

Para el presente trabajo, las categorías de manejo fueron definidas teniendo en cuenta las que la Segunda Versión de la Guía para la Ordenación y Manejo de

Cuencas Hidrográficas en Colombia, elaborada por el IDEAM en el año 2010, propone en su tabla 17 para el manejo de cuencas hidrográficas.

#### **8.1.2.3. Paso 3. Definición de criterios de Zonificación.**

Teniendo en cuenta las características biofísicas de la cuenca, se definieron los criterios de zonificación, estos que se refieren a las condiciones que se deben cumplir en un territorio para poder llevar a cabo su ordenación o asignación a una categoría de manejo determinada. Es preciso aclarar que la calificación de los criterios de zonificación se realizará en forma cualitativa.

#### **8.1.2.4. Paso 4. Elaboración del mapa de zonificación**

La zonificación ambiental consistió en la asignación de las Categorías de Zonificación a cada Unidad de Manejo de la cuenca (UMC). Dicha asignación se realizó a través del análisis de las combinaciones que resultaron de la superposición de los criterios de zonificación definidos, sobre cada UMC.

## **9. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUACHACA**

Este capítulo inicia por hacer una descripción de las características de la cuenca que permiten conocer su estado biofísico. Entre estas características describe las unidades climáticas presentes en la cuenca, su red hídrica, su geomorfología, su cobertura vegetal y su nivel de susceptibilidad a geoamenazas y fenómenos de inundación.

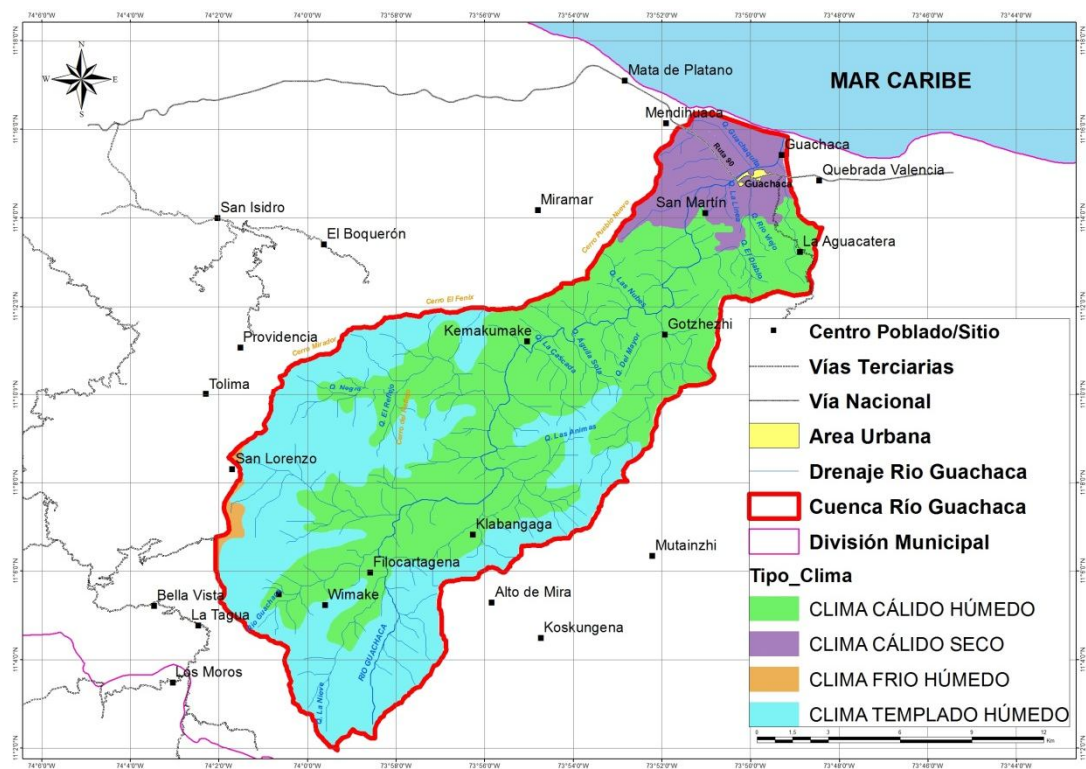
### **9.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS BIOFÍSICOS.**

#### **9.1.1. Clima**

En general y de acuerdo con su posición dentro de la zona de influencia de la Sierra Nevada de Santa Marta, la cuenca está bajo el efecto climático de los vientos Alisios, la Zona de Convergencia Intertropical, y la presencia de frentes fríos. También se siente la influencia de los eventos del Niño que provoca sequías prolongadas y la Niña, que trae lluvias intensas. De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge la cuenca se ubica en la Zona de Vida de bosque seco tropical a bosque subtropical húmedo, y según el método de clasificación de Thornwaite, la cuenca presenta diferentes unidades climáticas que van desde clima cálido seco en la parte baja hasta clima frío húmedo en la parte más alta, pasando por clima cálido húmedo y clima templado húmedo. Dada las diferentes elevaciones que tiene la cuenca, se presenta una gran variedad de pisos térmicos y de temperaturas.

Así se puede notar el plano climático que se muestra en la **Figura 9-1 (Ver Plano 3)**, y que fue elaborado para los análisis pertinentes del presente trabajo de profundización a partir de los resultados obtenidos en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena realizado por el IGAC en año 2008.

**Figura 9-1. Unidades Climáticas de la cuenca del Río Guachaca.**



FUENTE: ESTUDIO GENERAL DE SUELOS Y ZONIFICACIÓN DE TIERRAS DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, IGAC, 2008.

### 9.1.2.Descripción de la Red Hídrica Superficial

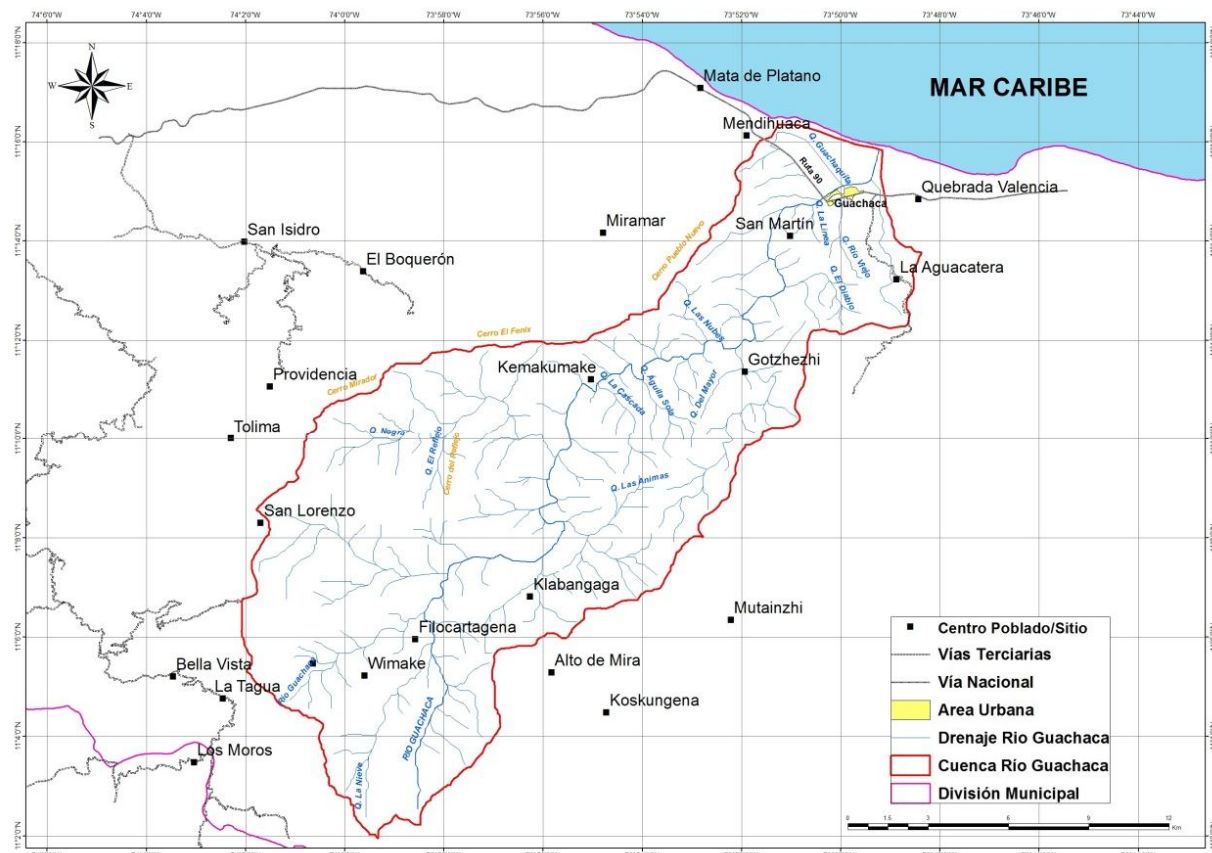
La red hídrica superficial de la cuenca fue definida a partir de sus curvas de nivel (ver plano 24), las cuales a su vez fueron generadas a partir del modelo digital del terreno (DEM) que para el presente estudio fue adquirido en la base de datos del Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental de la Universidad de Cartagena. Además y durante los trabajos de campo fue posible visualizar los cauces principales de la red hídrica y sus tributarios.

Así las cosas y como se puede observar en la (**Figura 9-2, Plano 4**), se tiene que la cuenca del río Guachaca presenta un tipo de drenaje dendrítico<sup>2</sup>, compuesto por el conjunto de pequeñas corrientes efímeras, cauces, canales y quebradas que nacen

<sup>2</sup> Es un tipo de patrón de drenaje formado por una corriente principal con sus afluentes primarios y secundarios uniéndose libremente en todas direcciones.

en la parte alta de la cuenca sobre las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la parte alta de la vertiente al norte de la Cuchilla de San Lorenzo, en un paisaje de montaña con un relieve de filas y vigas a una elevación aproximada de 2.825 msnm. La zona montañosa presenta pendientes altas, entre 22,66 y 84,97 grados y debido a las diferentes formaciones geológicas de la cuenca, el cauce principal del río cambia de dirección en su recorrido mientras desciende hasta llegar a la parte baja de la cuenca, antes de entregar sus aguas en el mar Caribe al norte cerca del Country Club Tayrona en el municipio de Santa Marta.

**Figura 9-2. Red hídrica de la cuenca del río Guachaca**



FUENTE: PLANO BASE IGAC, DATOS IDEAM PROCESADOS POR UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, 2010

Desde su parte más alta hacia el sur se identifican como principales afluentes las quebradas: la Nieve, El Encanto, El Reflejo, Negra; en su parte media las quebradas: La Cascada, Águila Sola, Del Mayor, Las Nubes; y en su parte más baja las quebradas: El Diablo, Mama Conchita, Río Viejo, La Línea y Guachaquita.

Los nombres de estas quebradas son mencionados con base en los registros que el IGAC tiene para la zona.

### **9.1.3. Escorrentía Superficial**

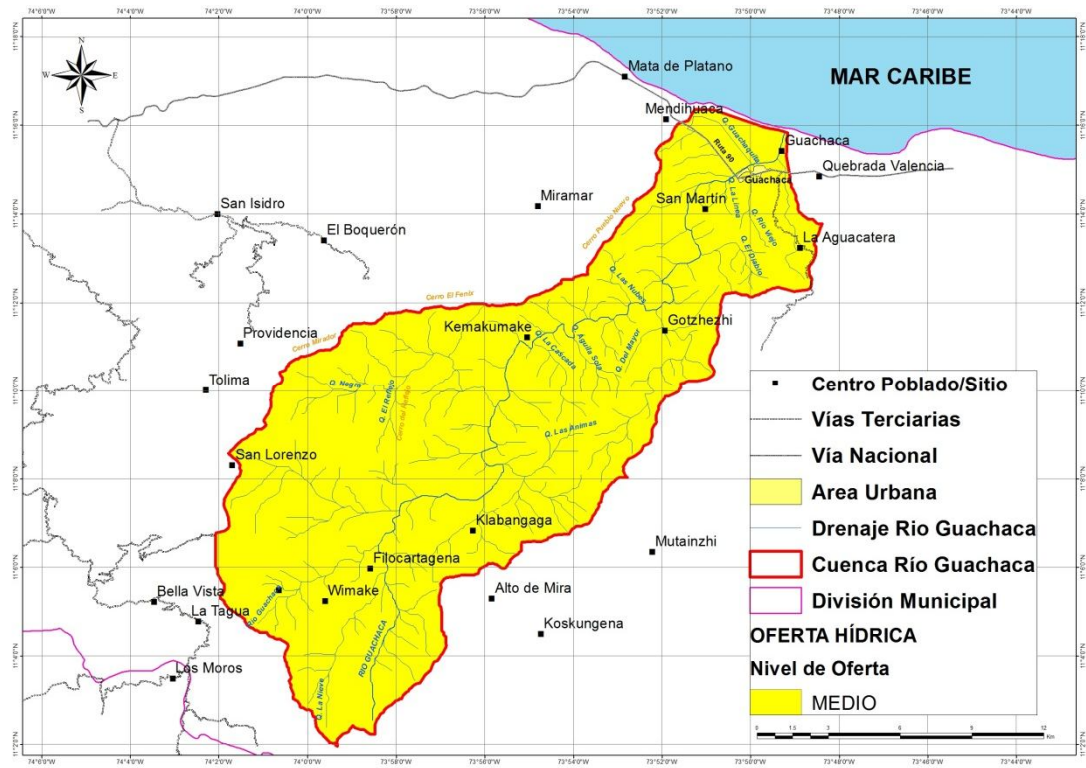
La escorrentía superficial para el presente estudio fue descrita a partir del mapa regional generado por el Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental de la Universidad de Cartagena, para este efecto (**Ver Plano 5**).

Entonces la escorrentía total anual modal sobre la cuenca (**Figura 9-3**) varía de manera apreciable espacialmente desde el Oeste al Este, presentando valores desde 919,34 mm del lado Oeste de la cuenca donde se encuentran las zonas más altas, hasta 1137,99 mm al noreste, hacia la parte más baja de la cuenca. La diferencia en la escorrentía es considerable entre la zona de la desembocadura de la cuenca en el mar Caribe y la divisoria de la cuenca hacia la Sierra Nevada de Santa Marta, esto es debido a los pocos cauces secundarios que presenta la cuenca en su parte alta. De norte a sur, las variaciones son mínimas pues las isolíneas son prácticamente paralelas. La escorrentía media modal anual sobre la cuenca es de 1036,62 mm al año





**Figura 9-4. Oferta Hídrica de la cuenca del río Guachaca.**

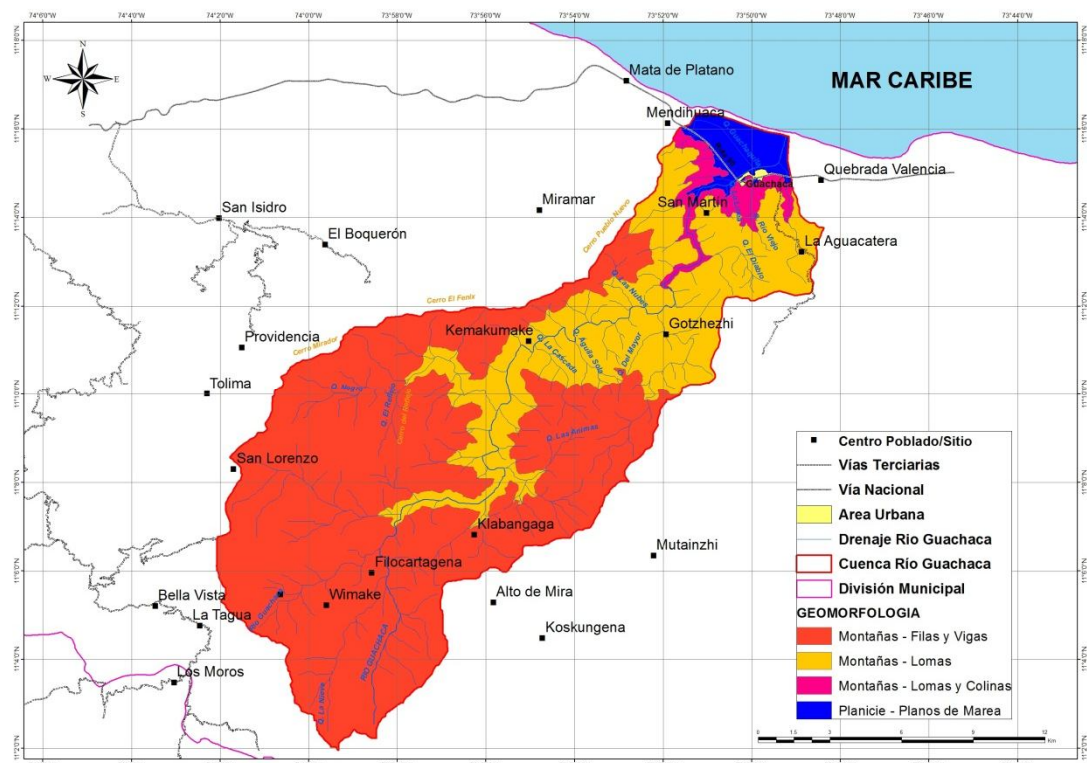


### 9.1.5. Geomorfología

En la **Figura 9-5, (Plano 8)**, son representadas las unidades geomorfológicas de la cuenca notando que la misma presenta una gran extensión de área comprendida entre su parte alta, hasta antes del centro poblado de Guachaca, que corresponde a un paisaje de montañas. Y ya en su parte baja, es decir, desde el centro poblado de Guachaca hasta su desembocadura, presenta un área mucho más pequeña que corresponde a un paisaje de planicie. El paisaje de montañas se subdivide en tres tipos de relieve: filas y vigas (M-fv), lomas (M-lm) y lomas y colinas (M-lc); mientras que el paisaje de planicies presenta un relieve del tipo planos de marea.



**Figura 9-5. Geomorfología de la cuenca del río Guachaca**



FUENTE: INGEOMINAS, PROYECTO: “EVOLUCIÓN GEOHISTÓRICA DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, 2007.

#### **9.1.5.1. Filas y vigas (M- fv)**

Ubicada en la zona alta de la cuenca y al este y oeste de la parte media cuenta con alturas que van desde 500 y 2.825 msnm. Predominan inclinaciones mayores a los 45 grados (**Ver Plano 25**), con formas rectas, cimas agudas y valles en forma de “v”. Presenta un patrón de drenaje de tipo trellis de fallas con una densidad alta y su grado de disección es moderado. En esta unidad se sitúan los centros poblados Wimake, Filocartagena y Klabangaga.

#### **9.1.5.2. Lomas (M-lm)**

Se encuentra localizada en la parte media de la cuenca y en un sector de la parte baja, encontrándose arropada en la parte media más exactamente hacia el sur, este y oeste, por la unidad de relieve antes descrita (filas y vigas). Su altura varía entre los 100 y 500 msnm. En esta unidad predominan pendientes entre 15 y 45 grados

de formas complejas, cimas redondeadas y valles entre lomas en forma de "V". En ella se sitúa los centros poblados Kemakumake, Gotzhezhi, la Aguacatera y San Martín.

#### **9.1.5.3. Lomas y colinas (M-lc)**

Ubicada en la zona baja de la cuenca, localizadas entre los 50 y 100 msnm. Su inclinación general varía entre los 5 y 15 grados con formas complejas, cimas redondeadas y valles en forma de "v".

#### **9.1.5.4. Planos de marea (R-pm)**

Ubicada en la zona baja de la cuenca, localizadas hasta los 50 msnm presentando inclinaciones inferiores al 5 grados), formas rectas y cóncavas con vallecitos abiertos poco profundos.

#### **9.1.6. Cobertura vegetal**

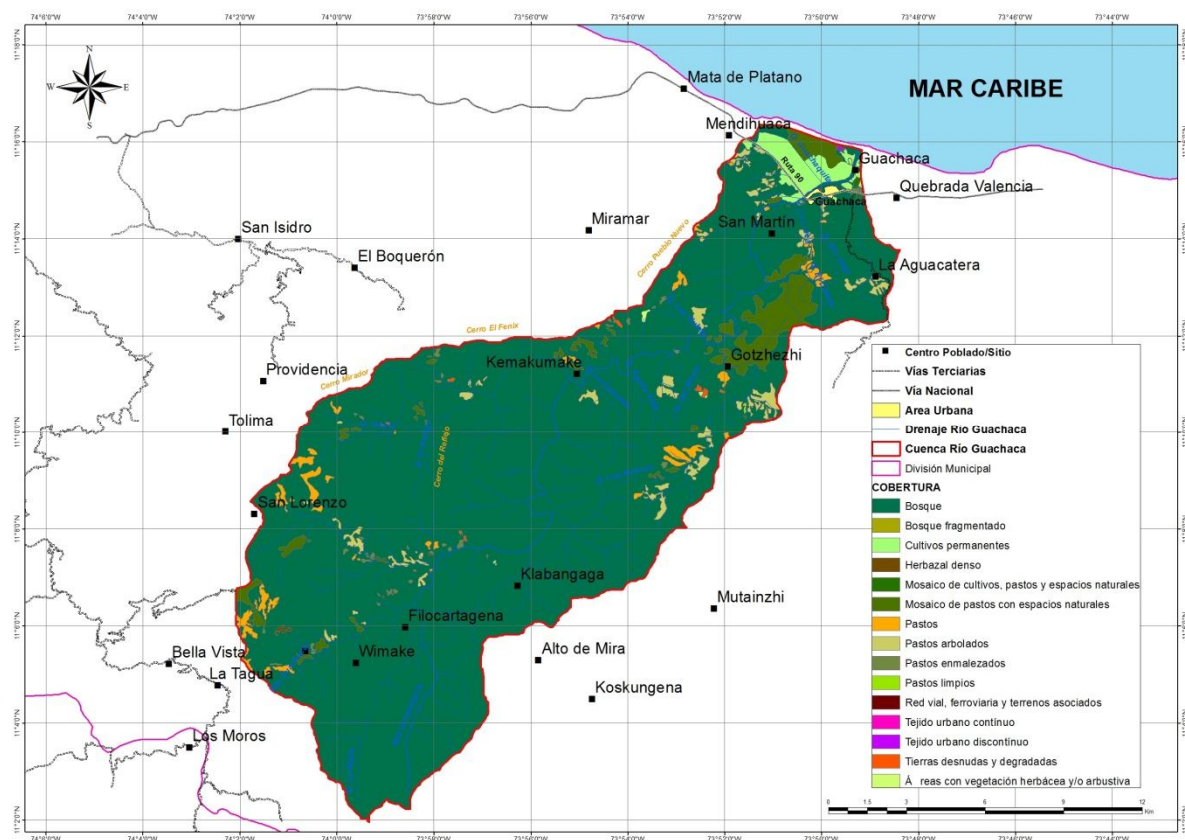
En el área de la cuenca Río Guachaca, la vegetación presente está caracterizada por comunidades características del clima, biomas, paisajes y vegetación de ecosistemas secos (parte media y baja) y húmedos (parte alta).

Teniendo en cuenta estos factores, y como una herramienta para la identificación de las coberturas, se realizó el análisis de foto-interpretación sobre Google Earth<sup>3</sup>, asociando las coberturas identificadas en esta plataforma a otras con características similares ya identificadas y clasificadas en ejercicios de foto – interpretación de otras cuencas cercanas a la aquí estudiada. Lo anterior también se enmarcó sobre la metodología CORINE Land Cover (CLC), lo cual dio como resultado, las diferentes unidades de coberturas del suelo para en el área de estudio (**Figura 9-6, Plano 8**).

---

<sup>3</sup> Teniendo en cuenta la poca información existente sobre coberturas vegetales de la cuenca del río Guachaca y que por lo general los métodos para determinar este aspecto, resultan muy costosos para el alcance que tiene el presente trabajo de profundización, se consideró necesario apoyarse para este fin con la herramienta de Google Earth; lo cual, si bien no se considera desde el punto de vista técnico lo más adecuada, si ayuda a conseguir resultados representativos de este aspecto de la cuenca y por tanto permite tomar decisiones a la escala de planificación.

**Figura 9-6. Cobertura vegetal de la cuenca del río Guachaca.**



FUENTE: INTERPRETACIÓN DE IMAGEN SATELITAL GOOGLE EARTH, 2013.

Como es de notar en la **Figura 9-6** la cuenca del río Guachaca presenta las siguientes coberturas vegetales.

#### 9.1.6.1. Bosque

La presencia de grandes extensiones de bosques, aproximadamente un 90,48% del área total de la cuenca, denota la poca intervención a la que la misma ha estado sometida. Esta cobertura se mantiene tanto la parte alta como media y baja de la cuenca, siendo un poco menor en la parte baja donde la cuenca ha sufrido mayor intervención. Este tipo de coberturas es una de las de mayor importancia ecosistémica, sobre todo para el mantenimiento del recurso hídrico, y como hábitat de especies estratégicas para la dinámica ecológica.

#### **9.1.6.2. Mosaico de pastos con espacios naturales**

En la cuenca representan 3,86% del área total, siendo la segunda cobertura vegetal con mayor extensión.

Este tipo de coberturas es resultado de las actividades ganaderas que bordean zonas de bosques, sobre todo en las áreas de alta pendiente y terreno inclinado. En la cuenca se registra en la parte alta y media con algunas áreas pequeñas sectorizadas y en la parte baja con extensiones continuas mucho más grandes. Algunas de estas áreas presentan procesos erosivos, debido a la disminución de la cobertura vegetal.

#### **9.1.6.3. Cultivos permanentes**

De acuerdo con la clasificación de Corine Land Cover, pueden ser herbáceos (la caña, plátano, banano); arbustivos (café, cacao) y arbóreos (palma de aceite, cítricos, mango). En ese sentido, la cuenca del río Guachaca, en la parte baja, presenta cultivos permanentes de tipo plátano y banano.

Estos cultivos ocupan un área aproximada de 1,62%, del área total de la ciénaga, siendo la tercera cobertura vegetal con mayor extensión. Desde el punto de vista biótico, este tipo de coberturas demanda, para su reproducción y mantenimiento, cantidades considerables de recurso hídrico.

#### **9.1.6.4. Pastos, Pastos Limpios y Pastos Arbolados**

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente. Este tipo de cobertura se concentra en pequeñas áreas de la parte más alta de la cuenca y en la parte media y baja en extensiones también muy pequeñas. Es común distinguir en estas zonas cercas vivas y en medio de estos predios ejemplares de Orejero en estado juvenil. El porcentaje de su área sobre la cuenca es de 3,38%.

#### **9.1.6.5. Otros tipos de cobertura menos representativos en la cuenca**

En la cuenca también se evidencian otros tipos de cobertura que por ocupar áreas muy pequeñas (En total del 0,66% del área total de la cuenca) tienen menos representatividad. Entre estas se encuentran: herbazal denso, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, pastos, bosque fragmentado, pastos enmalezados, tierras desnudas y degradadas y áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

#### **9.1.7. Análisis de Susceptibilidad de Amenazas**

La oferta ambiental de una zona y su uso potencial en actividades socioeconómicas y culturales, pueden verse limitados por la exposición de su territorio a fenómenos naturales de origen geológico y climatológico tales como procesos de remoción en masa, procesos erosivos, avalanchas, inundaciones o a procesos antrópicos causados por eventos catastróficos originados por fallas humanas. Por esta razón es importante que en los procesos de zonificación se identifiquen las zonas o áreas que tienen un nivel o grado de susceptibilidad tal, que puedan verse afectadas por la ocurrencia de un fenómeno de este tipo.

Además, recientemente el Congreso de Colombia expidió la Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones,

Partiendo de estos preceptos se tomó la decisión de identificar las zonas de la cuenca del río Guachaca que son susceptibles a geoamenazas y a inundación. A continuación son descritas.

Pero antes es importante resaltar que la información utilizada para la descripción de este aspecto fue tomada del mapa de riesgos realizado por SIGAC, 2007, a escala 1:500000. Esto teniendo en cuenta que para esta zona no fue posible encontrar un estudio que muestre más especificidad sobre este aspecto.

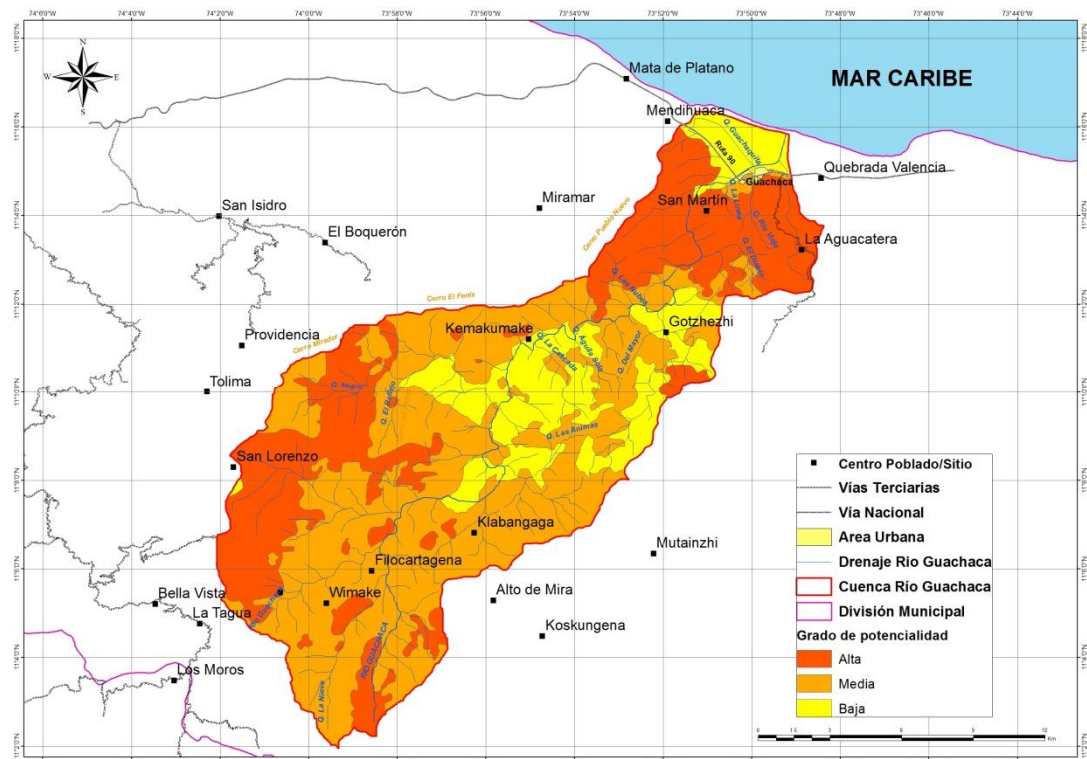
#### **9.1.7.1. Geoamenzas**

Como se describió anteriormente, la geomorfología de la cuenca del Río Guachaca cuenta con gran parte de relieves de tipo montañoso con pendientes fuertes, que sumados a las lluvias intensas de ciertas épocas del año y a los procesos de deforestación y excavación que se dan en algunos sectores para propiciar prácticas agropecuarias, hacen que en esta cuenca este expuesta geoamenazas por fenómenos de remoción en masa y de inestabilidad de las laderas que ponen en riesgo a las personas que allí habitan.

En la **(Figura 9-7, Plano 9)** se presenta las zonas de la cuenca del río Guachaca que se encuentra en bajo, moderado o alto grado de amenaza, observando claramente que las zonas más propensas a sufrir este tipo de fenómenos están localizadas hacia el suroeste (parte alta) y hacia la parte baja inmediatamente antes de la vía ruta 90 y del centro poblado de Guachaca. De acuerdo con la **Figura 9-7**, El grado de amenaza alta tiene un porcentaje representativo en la cuenca del 31,83% que ocupa 8535,07ha del área total de la cuenca; el grado de amenaza moderada, con mayor área, tiene el 50,51% del área total de la cuenca con 3546,74ha, y el grado de amenaza baja tiene el 17,65% con 4732,23ha.



**Figura 9-7. Fenómenos denudativos de la cuenca del río Guachaca**



FUENTE: SIGAC, 2007.

### • Inundación

Como indica la (Figura 9-8, Plano 10) el área con mayor amenaza a inundación se localiza al norte, en la parte baja de la cuenca sobre la planicie que esta al costado oeste del río Guachaca. Como es de notar la mancha de inundación afecta a las zonas localizadas a lado y lado de la Vía Ruta 90, al centro poblado de Guachaca y a las zonas de cultivos localizadas en la parte baja. El área corresponde aproximadamente a 864,84ha equivalentes al 3,23% del área total que afectan a 4Km aproximadamente de la vía. En las demás partes de la cuenca se considera que la susceptibilidad a inundación es baja y en caso de que se presente se debería a posibles represamientos en las partes altas de la cuenca por deslizamientos de tierra que podrían obstruir el cauce del río.





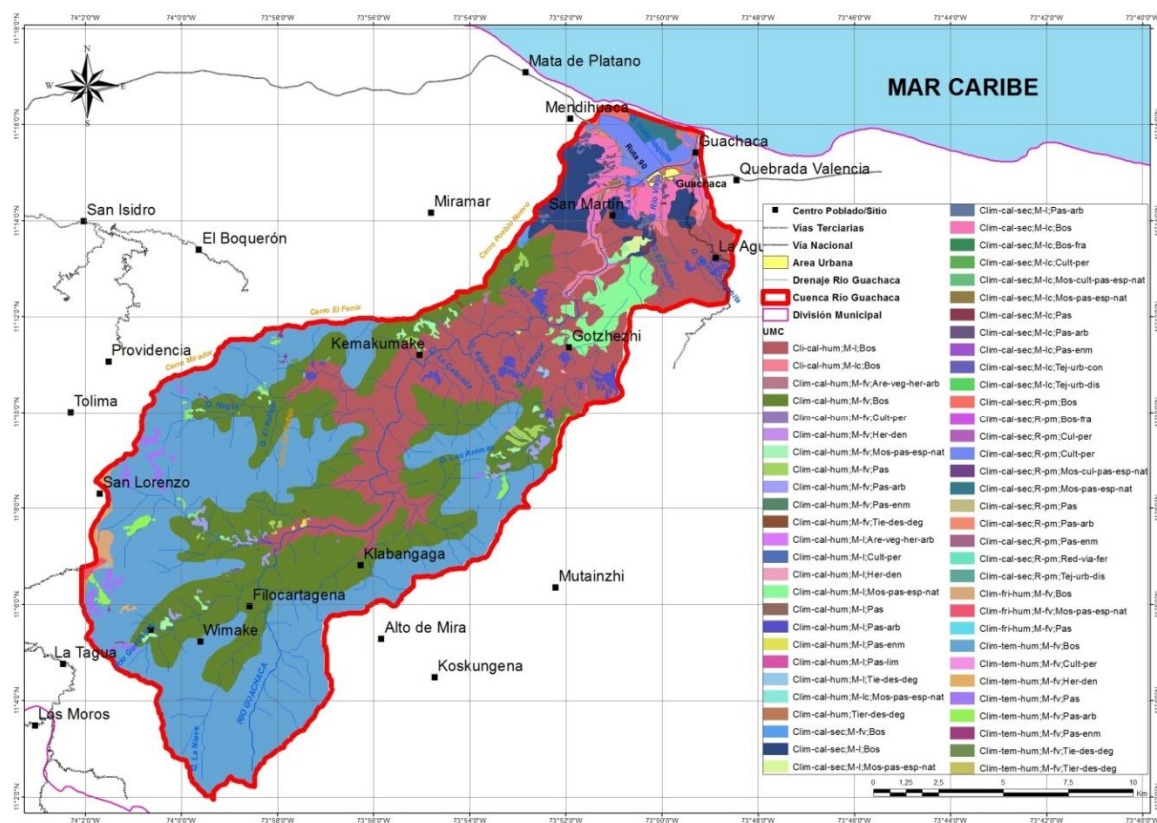
## 10. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Teniendo clara las características de la cuenca descritas en el capítulo anterior, el desarrollo del presente trabajo de profundización continuó con el proceso de zonificación ambiental ya explicado en el capítulo metodológico y que busca finalmente recomendar categorías para el manejo adecuado del territorio. A continuación se muestran los resultados de cada una de los pasos aplicados en el proceso de zonificación.

### 10.1. DEFINICIÓN LAS UNIDADES DE MANEJO DE LA CUENCA (UMC)

Como resultado de la superposición de los aspectos de la cuenca relacionados con, cobertura vegetal, geomorfología y clima se obtuvieron las 58 unidades de manejo de la cuenca que se muestran en el plano de la **Figura 10-1 (Plano 11)**, cada una de las cuales se supone cuentan con características biofísicas homogéneas.

**Figura 10-1. Unidades de Manejo de la Cuenca del Río Guachaca (UMC).**



## **10.2. DEFINICIÓN DE CATEGORÍAS DE MANEJO**

Como se mencionó en el capítulo metodológico, las categorías de manejo de la cuenca fueron definidas teniendo en cuenta las que la Segunda Versión de la Guía para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia, elaborada por el IDEAM en el año 2010, propone en su tabla 17 para el manejo de cuencas hidrográficas.

Dichas categorías son las que se listan y describen en la **Tabla 10-1**, clasificándolas como permanentes y transitorias y explicando los aportes que cada una brinda para el uso adecuado del suelo de la cuenca del río Guachaca.

**Tabla 10-1. Categorías de manejo**

<b>Categoría de Manejo</b>	<b>Definición</b>	<b>Aporte de la Categoría de Zonificación para el uso adecuado de la cuenca.</b>	<b>Tipo</b>
<b>Áreas de Preservación y Protección Ambiental</b>	Corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad de la cuenca.	Además de permitir que la cobertura de bosques en la cuenca sea abundante, esta categoría también ayuda a mantener el recurso hídrico con buena calidad y disponibilidad, logrando que los pocos habitantes de la cuenca puedan contar con el mismo en forma permanente y sostenible para ser utilizado en sus actividades socioeconómicas. En zonas montañosas y con inestabilidad de suelos, como las que presenta la cuenca del río Guachaca, esta categoría toma gran importancia, ya que una zona protegida ambientalmente, por lo general cuenta con abundante vegetación, y esto es fundamental para aumentar la estabilidad del terreno y mitigar el riesgo a movimientos en masa, avalanchas y deslizamientos.	Permanente
<b>Áreas de producción sostenible.</b>	Se refieren a espacios de la cuenca que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. En el manejo ambiental de estas áreas se debe asegurar el desarrollo sostenible, para lo cual se requieren acciones dirigidas a prevenir, controlar, amortiguar, reparar o compensar los impactos ambientales desfavorables.	Como es de saber en la cuenca del río Guachaca hay comunidades que además de demandar inversión social por parte de los entes gubernamentales, demandan ingresos propios para lograr satisfacer sus necesidades básicas y contar con seguridad alimentaria. El medio legal a través del cual se obtienen dichos ingresos es el empleo y el comercio. En territorios con las características similares al de la cuenca del río Guachaca, las fuentes de empleo por lo general son propiciadas desde el sector primario, especialmente el agropecuario. En este orden de ideas es necesario garantizar que en la cuenca existan áreas en las que se permita la práctica de actividades productivas, pero que lógicamente cumplan con el concepto de sostenibilidad y manejen la gestión del riesgo.	Permanente
<b>Áreas de recuperación Ambiental</b>	Corresponden a espacios que han sido sometidos por el ser humano a procesos intensivos e	En la cuenca del río Guachaca hay zonas que han sido intervenidas a través de usos del suelo inadecuados. Después de intervenidas, estas zonas experimentan	Transitorio.

Categoría de Manejo	Definición	Aporte de la Categoría de Zonificación para el uso adecuado de la cuenca.	Tipo
	inadecuados de apropiación y utilización, o que por procesos naturales presentan fenómenos de erosión, sedimentación, inestabilidad, contaminación, entre otros	algunos fenómenos que impactan negativamente el equilibrio natural de la cuenca. Por esta razón se convierten en zonas muy importantes para el equilibrio de la cuenca y que por tanto deben ser recuperadas tratando al máximo que vuelvan a sus condiciones naturales iniciales y además sean categorizadas como de preservación. Ya en esta categoría, estas zonas aportaran los mismos beneficios de la categoría de <b>Áreas de Preservación y Protección Ambiental</b> .	
<b>Zona Residencial</b>	Corresponde a los espacios donde hay presencia de tejidos urbanos continuos y discontinuos en los que habitan permanentemente los pobladores de un territorio.	En la cuenca del río Guachaca actualmente existen tejidos urbanos continuos y discontinuos. En estas zonas residen los habitantes de la cuenca en forma permanente. Sus áreas son relativamente pequeñas, debido a que se encuentran en zonas rurales donde el patrón de poblamiento, por lo general ocupa pocos espacios.	Permanente

Además de las categorías de manejo antes mencionadas; existen otras de tipo permanente, que deben ser adoptadas en forma predeterminada por el carácter restrictivo que tienen.

Se trata de las zonas identificadas en el capítulo de marco normativo a escala local de este documento (**ver ítem 7.3**), que son determinantes o tienen jerarquía sobre otros usos del suelo y que como allí se indica son clasificadas en áreas con restricciones legales y con restricciones ambientales. En la **Tabla 10-2** se describe cada una de ellas.

**Tabla 10-2. Categorías de Manejo Predeterminadas por el carácter legal que tienen.**

<b>Categoría de Manejo</b>	<b>Definición</b>	<b>Aporte de la Categoría de Zonificación para el uso adecuado de la cuenca.</b>	<b>Tipo</b>
<b>Áreas con restricciones legales</b>	Consideradas todas aquellas áreas que restringen o excluyen de manera tajante, la utilización de áreas en el desarrollo de proyectos. Entre estas se encuentran: sistema de parques nacionales naturales, reservas forestales protectoras, área natural única, santuarios de fauna y flora, áreas amortiguadoras de parques nacionales debidamente reglamentadas, recarga de acuíferos, paramos y subparamos y nacimientos de agua.	Es importante tenerlas en cuenta porque permiten que los resultados del presente trabajo de zonificación cumplan con el marco normativo legal que regula el territorio de la cuenca. Además, la designación de estas zonas bajo estas categorías son el producto de análisis realizados por expertos que concluyeron que son áreas de importancia para mantener el equilibrio de los ecosistemas del país.	Permanente, hasta que la normatividad así lo indique.
<b>Áreas con restricción ambiental</b>	Consideradas aquellas áreas que cuentan con limitantes ambientales y o legales, pero que no son definitivamente excluyentes para la realización de un proyecto, obra o actividad sino que mediante concertación, consulta o adecuado manejo pueden ser utilizados para la ejecución de los proyectos. Dentro de este tipo de áreas se tienen las siguientes: cuerpos de agua (ciénagas, ríos, quebradas, lagos, lagunas), áreas aferentes a cuerpos de agua, reservas de la sociedad civil, áreas forestales protectoras, bosques de ribera y bosques secundarios, distritos de		

Categoría de Manejo	Definición	Aporte de la Categoría de Zonificación para el uso adecuado de la cuenca.	Tipo
	manejo integrado, microcuencas de acueductos, distritos de conservación de suelos, áreas de protección declaradas por los municipios y departamentos, áreas de interés arqueológico, resguardos indígenas, consejos comunitarios de poblaciones afrocolombianas.		

### 10.3. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

Como se mencionó en el capítulo metodológicos, se entiende como “criterios de zonificación”, a las condiciones que se deben cumplir en una UMC para poder llevar a cabo su ordenación o asignación a una categoría de manejo determinada, considerando para esto, aspectos como los atributos y funciones de los ecosistemas presentes, el marco político, los aspectos socioeconómicos y los valores culturales del área.

Para el caso particular los criterios de zonificación fueron definidos con base en la información disponible de las características biofísicas de la cuenca descritas en el capítulo anterior y que básicamente están relacionadas con las escorrentías de la cuenca, su cobertura vegetal y su susceptibilidad a sufrir geoamenazas e inundaciones. Se tomaron en cuenta estas características por las siguientes razones:

- Las escorrentías superficiales fueron la base para conocer la oferta hídrica de la cuenca y por tanto para recomendar usos del suelo en función de la disponibilidad del agua.
- El estado de la cobertura vegetal permite conocer cuáles son las zonas de la cuenca que mejor se conservan en cuanto a sus condiciones naturales o que han sufrido mayores intervenciones por causa de actividades antrópicas. Es bajo este enfoque que el estado de la cobertura vegetal también se convierte

en un indicador adecuado para recomendar usos del suelo para un territorio, ya que si una zona se encuentra con una cobertura densa y boscosa, lógicamente los usos que sobre ellas se recomienden apuntarán a preservación y protección o a la implementación de actividades económicas compatibles con este tipo de ambientes, por el contrario si el área ya ha sido intervenida, muy probablemente los usos que sobre ellas se recomienden apuntarán a producción sostenible, o en su defecto a recuperación cuando las condiciones lo ameriten.

- Por su parte el grado o nivel de exposición que el territorio de una cuenca tiene a un tipo de amenaza también son un indicador determinante para recomendar usos adecuados del suelo. Esto teniendo en cuenta que la oferta ambiental de una zona y su uso potencial en actividades socioeconómicas y culturales, pueden verse limitados por la exposición de su territorio a fenómenos naturales de origen geológico y climatológico tales como procesos de remoción en masa, procesos erosivos, avalanchas, inundaciones o a procesos antrópicos causados por eventos catastróficos originados por fallas humanas.

Así las cosas se describen a continuación los criterios de zonificación.

#### **10.3.1. Oferta Hídrica Superficial de la Cuenca**

Evalúa el estado actual del recurso hídrico de la cuenca y corresponde a aquella porción de agua que después de haberse precipitado por la cuenca y satisfecho las cuotas de evapo-transpiración e infiltración del sistema suelo-cobertura, escurre por la red de drenaje y llega al mar Caribe.

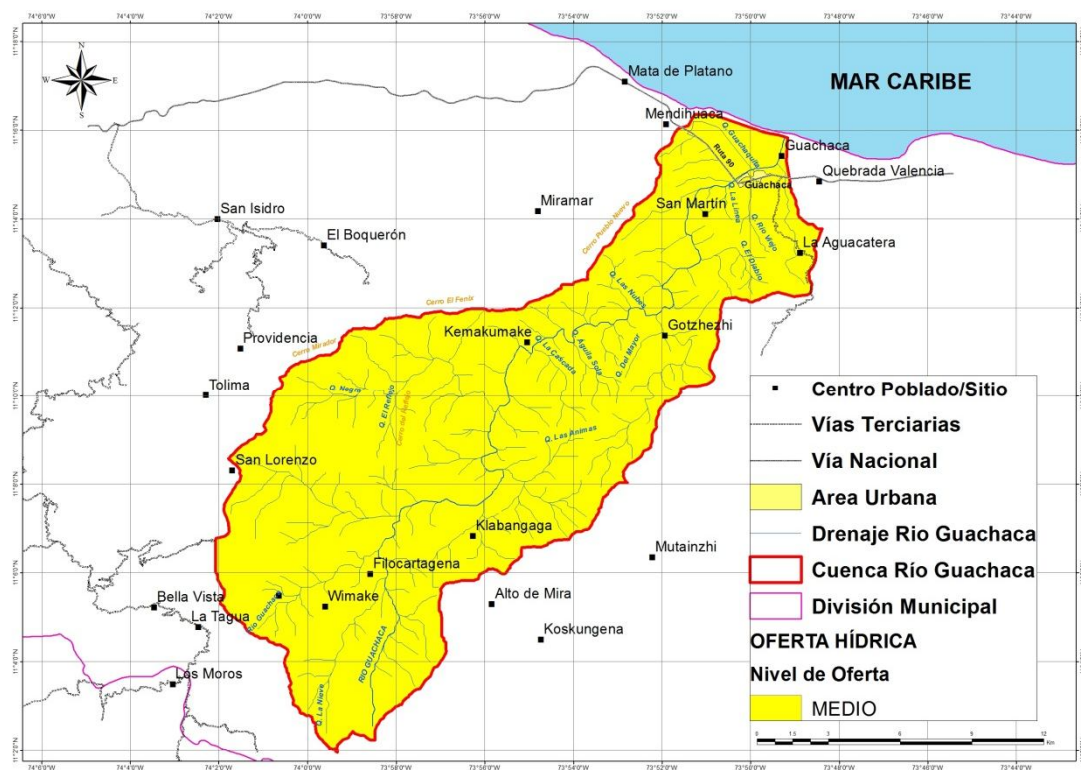
Como se explicó en el capítulo de precipitación, la oferta hídrica superficial de la cuenca del río Guachaca fue determinada a partir de la escorrentía anual, la que se expresa en términos de la altura de la lámina de agua en milímetros y se compara con parámetros determinados por el IDEAM (2000) para el país. En **Tabla 10-3** se muestran la clasificación de este criterio y en la **Figura 10-2 (Ver Plano 12)**.



**Tabla 10-3. Descripción de los criterios de zonificación**

Casificación del Criterio
<b>Alto:</b> Se considera una oferta hídrica superficial alta cuando en la cuenca la lámina de escorrentía es mayor de 4000 mm en el año
<b>Medio:</b> Se considera una oferta hídrica superficial media cuando en la cuenca la lámina de escorrentía se encuentra entre 600 mm y 4000 mm en el año
<b>Bajo:</b> Se considera una oferta hídrica superficial baja cuando la cuenca presenta una lámina de escorrentía que es menor de 600 mm en el año

**Figura 10-2. Criterio de zonificación, oferta hídrica de la cuenca del Río Guachaca**



Como es de notar en el mapa de la **Figura 10-2** toda cuenca cuenta con una oferta hídrica media.

### 10.3.2. Nivel de Intervención de la cobertura vegetal

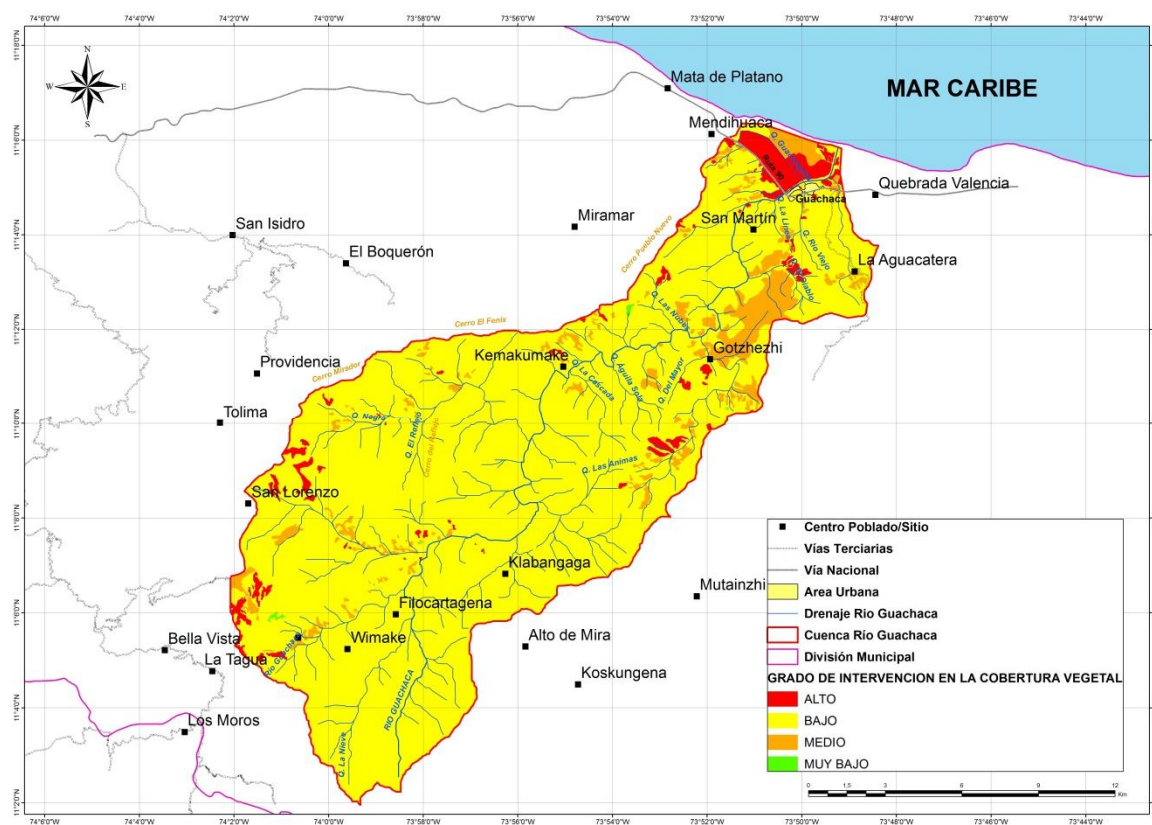
Se refiere al nivel de cambio o grado de intervención que han sufrido las coberturas vegetales naturales de la cuenca por causa de actividades antrópicas. En la **Tabla 10-4** se muestran la clasificación de este criterio y en la **Figura 10-3** (Ver **Plano 13**)



**Tabla 10-4. Clasificación del criterio nivel de intervención de la cobertura vegetal**

<b>Bajo:</b> Cobertura vegetal >70%. Zonas para la protección natural de los bosques y ecosistemas
<b>Medio:</b> Cobertura arbórea discontinua 30-70%. Zonas para: La recuperación natural, recuperación para la producción y para el uso sostenible.
<b>Alto:</b> Sin vegetación natural. Cobertura vegetal fragmentada >5. Zonas para el uso sostenible y zonas para recuperación de suelos para su producción y protección.
<b>Muy Alto:</b> Zonas para el uso productivo sostenible.

**Figura 10-3. Criterio de zonificación, intervención de la cobertura vegetal de la cuenca del río Guachaca**



### 10.3.3. Susceptibilidad de Amenaza Potencial

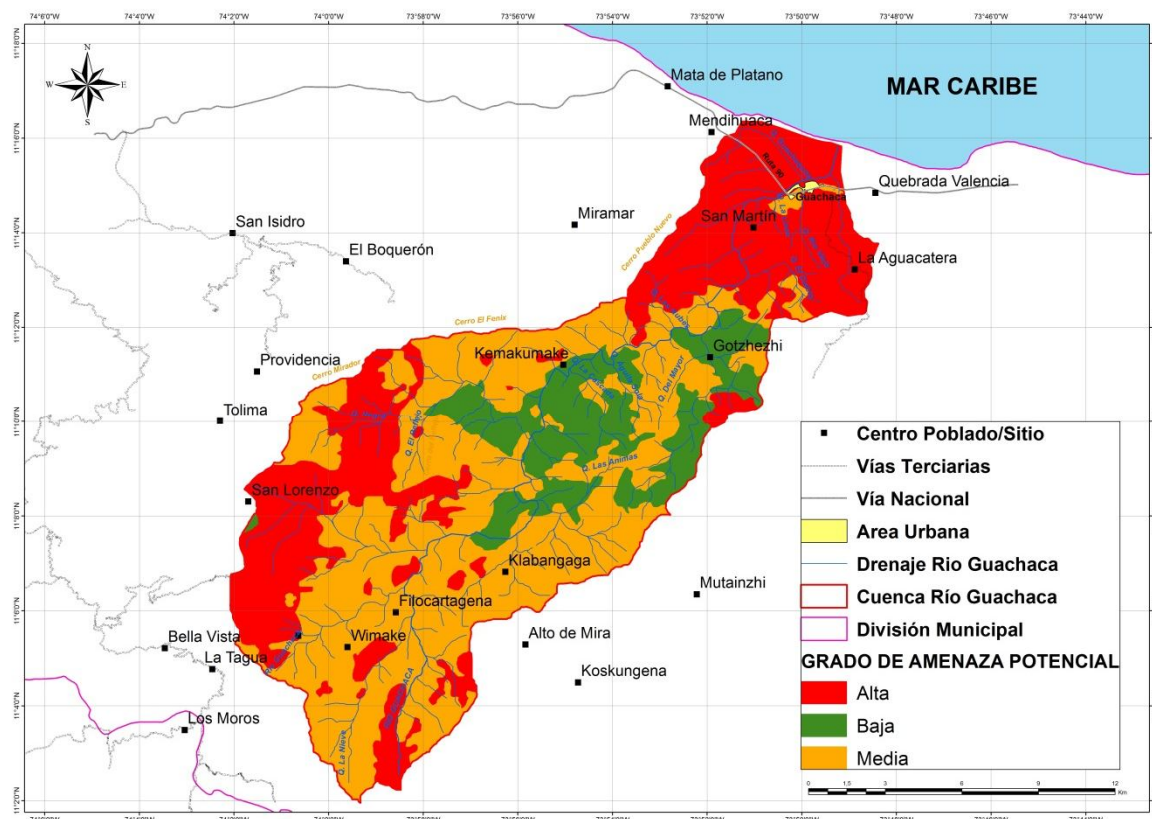
Se refiere al nivel de amenaza potencial que una zona tiene de sufrir fenómenos de erosión y movimientos en masas. También representa una perturbación frecuente que ocurre por excesos de agua sobre el suelo, y que cambia la estructura y

funcionamiento de las rondas y partes bajas temporalmente. En **Tabla 10-5** se muestran la clasificación de este criterio y en la **Figura 10-4** (Ver **Plano 14**) la espacialización del mismo.

**Tabla 10-5. Clasificación del criterio susceptibilidad de amenazas de la cuenca**

<p><b>Baja:</b> Laderas con pendiente menores de 7°, donde el nivel de fracturamiento del material rocoso es bajo y se encuentran conformado por depósitos aluviales y coluvioaluviales. Donde la intervención antrópica ha sido técnicamente realizada y no se identifican fenómenos denudacionales. También se caracteriza por abarcar sectores altos no inundables o con susceptibilidad baja y muy baja a la inundación, con ocurrencia de eventos entre 10 al 1% y cotas topográficas superiores a 75msnm, aproximadamente.</p>
<p><b>Media:</b> Laderas de pendiente entre 7° y 45°, constiuido por rocas moderadamente fracturadas y diaclasadas, donde la intervención antrópica ha sido moderada y el cambio de uso de suelo ha sido gradual y de impacto moderado. No se evidencia grandes fenomemos de erosión y movimientos en masas y la pendiente promedio del cauce principal se encuentra en rang o entre 5° y 15° También se caracteriza por abarcar sectores con susceptibilidad moderada a moderada alta a la inundación, con ocurrencia de eventos entre el 50% al 90% de probabilidad y cotas entre 25 y 75msnm</p>
<p><b>Alta:</b> Laderas de alta pendiente (mayores a 45°), constituido por rocas muy fracturadas y diaclasadas dedido influencia de fallas geológica, donde la intervención antrópica ha sido muy intensa (tala, quema, excavaciones para construcción de viviendas y vías de acceso). Por lo tanto se han originado procesos de erosión concentrada y movimiento en masas tipo caídas de bloques, flujos de detritos y avalanchas. Además se han presentado cambio desfavorable en el uso del suelo y alta densidad de drenaje con pendiente promedio de cauce mayores a 15°. También corresponde a terrenos inundables recurrentemente durante las temporadas invernales y que reciben la influencia directa del río con cotas topográficas inferiores a 25 msnm, aproximadamente.</p>

**Figura 10-4. Criterio de zonificación susceptibilidad de amenazas de la cuenca**



#### 10.4. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental consistió en la asignación de las Categorías de Zonificación o de Manejo descritas en la **Tabla 10-1** a cada UMC. Dicha asignación se realizó a través del análisis de las combinaciones que resultaron de la superposición de los criterios de zonificación definidos, sobre cada UMC.

Este análisis permitió vislumbrar algunas situaciones en las UMC que hicieron necesario subclasificar las categorías de manejo (**Tabla 10-6**). Fue así, como dependiendo de la particularidad de la combinación, se asignó a la categoría más adecuada para su manejo, un manejo adicional que básicamente busca alertar sobre la importancia de la UMC, con respecto al nivel de susceptibilidad de amenaza. Dicha alerta va en el sentido que las UMC que clasificaron en un nivel de

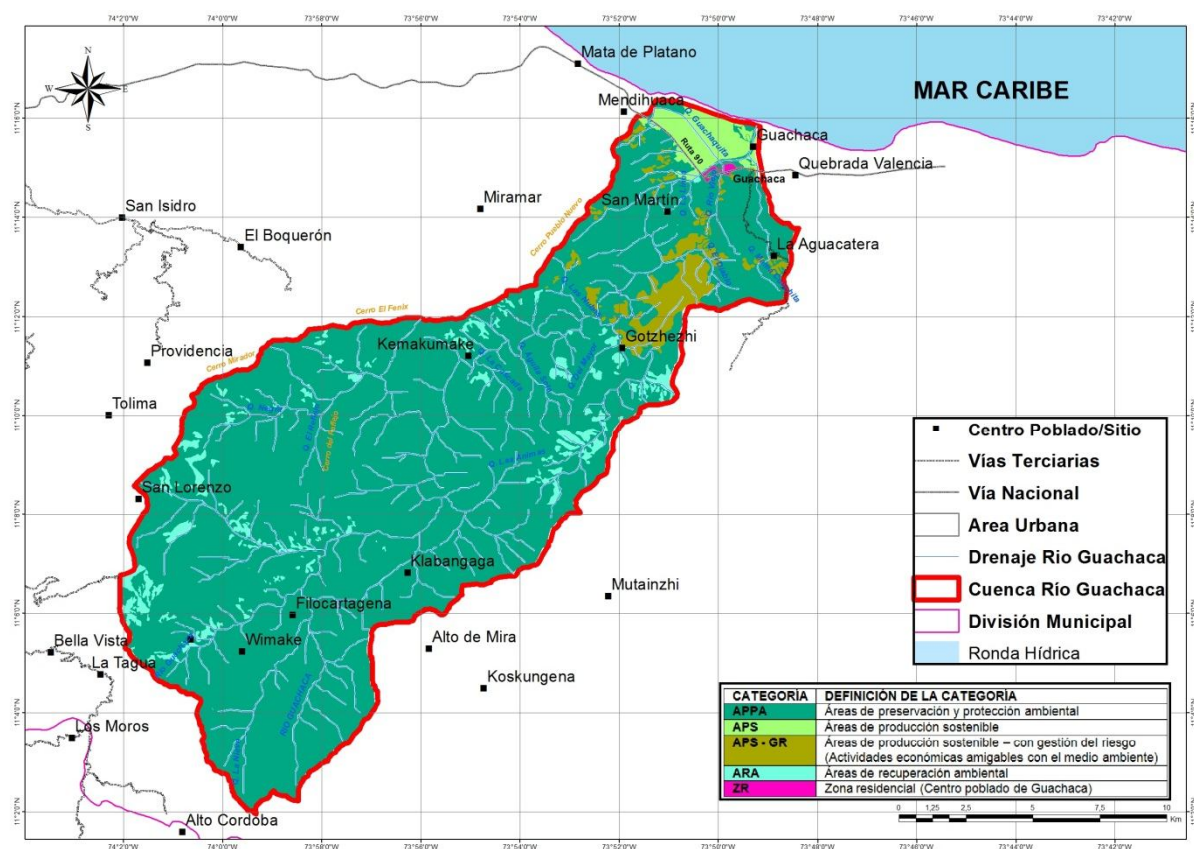
susceptibilidad de amenaza alto deben ser analizadas con más detalle para proponer su manejo definitivo.

Así las cosas, en la **Tabla 10-6** y en la **Figura 10-5, Plano 15** se muestran los resultados de la zonificación ambiental o de unidades de manejo de la cuenca.

**Tabla 10-6. Resultados del Proceso de Zonificación Ambiental.**

Nivel de Intervención de la cobertura vegetal	Susceptibilidad de Amenaza Potencial	Oferta Hídrica	Categoría de Manejo Asignada	Sigla de la Categoría de Manejo
MUY ALTO	ALTA	MEDIO	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	APS-GR
MUY ALTO	MEDIA	MEDIO	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	APS-GR
MUY ALTO	BAJA	MEDIO	Áreas de producción sostenible	APS
ALTO	ALTA	MEDIO	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	APS-GR
ALTO	MEDIA	MEDIO	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	APS-GR
ALTO	BAJA	MEDIO	Áreas de producción sostenible	APS
MEDIO	ALTA	MEDIO	Áreas de producción sostenible	APS
MEDIO	MEDIA	MEDIO	Áreas de recuperación Ambiental	ARA
MEDIO	BAJA	MEDIO	Áreas de recuperación Ambiental	ARA
BAJO	ALTA	MEDIO	Áreas de Preservación y Protección Ambiental	APPA
BAJO	MEDIA	MEDIO	Áreas de Preservación y Protección Ambiental	APPA
BAJO	BAJA	MEDIO	Áreas de Preservación y Protección Ambiental	APPA

**Figura 10-5. Zonificación ambiental del río Guachaca donde se recomiendan los usos adecuados para el manejo de su territorio.**



En general, la zonificación de la cuenca del río Guachaca se resume en las categorías de manejo que se muestran en la **Tabla 10-7** con sus áreas y porcentajes.

**Tabla 10-7. Resumen de los Resultados de la zonificación Ambiental.**

<b>Categoría de Manejo</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>% Área</b>
<b>Áreas de Preservación y Protección Ambiental (APPA)</b>	23973,9	90,44
<b>Áreas de producción sostenible (APS)</b>	590,1	2,23
<b>Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (APS-GR)</b>	893,6	3,37
<b>Áreas de recuperación Ambiental (ARA)</b>	1016,3	3,83
<b>Zona residencial (ZR)</b>	33,1	0,12

Como es de notar en la **Tabla 10-7**, un 90,44% del área de la cuenca clasificó en la categoría de preservación y protección ambiental, un 3,37% en la categoría de áreas de producción sostenible con gestión del riesgo, un 2,23% en la categoría de producción sostenible, un 0,12% en la categoría de zona residencial y un 3,83% en área de recuperación ambiental para la preservación.



## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

A continuación se hace un análisis y discusión en torno a los resultados obtenidos en el proceso de zonificación de la cuenca del río Guachaca enfocado en los dos aspectos a mencionar:

- El primero aspecto analiza los resultados obtenidos en el proceso de zonificación como tal.
- Y el segundo analiza el nivel de conflicto que los resultados del proceso de zonificación tienen frente al marco normativo que actualmente regula a la cuenca a nivel local y que se plasmó en el plano de la **Figura 7-1**.

Es de resaltar que dicho análisis es realizado según la percepción que el autor del presente trabajo de profundización tiene sobre los resultados de la zonificación ambiental, y que se fundamenta en los conocimientos que el mismo ha adquirido durante el desarrollo de sus estudios de maestría y su experiencia laboral.

### **11.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE ZONIFICACIÓN.**

En general, la zonificación ambiental de la cuenca del río Guachaca que se muestra en la **Figura 10-5** y se resume en la **Tabla 10-7**, recomienda que la mayoría de su territorio (94,44%) debe ser manejado como zonas de preservación y protección ambiental; además recomienda que un 3,83% del área de la cuenca sea recuperada para este mismo fin. Este resultado podría parecer ilógico, ya que no deja mucho espacio para el aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca en actividades como la agricultura y ganadería que son las que mayor tradición tienen en el sector rural de Colombia.

Pero si se tiene en cuenta que la cuenca del río Guachaca biofísicamente presenta características que la hacen muy susceptibles a experimentar fenómenos de remoción en masa (en la parte media y alta) e inundación (en la parte baja), los resultados de esta zonificación podrían empezar a ser más coherentes.

Lo anterior se fundamenta en uno de los principales criterios que se deben tener en cuenta en un proceso de ordenamiento del territorio. Se trata básicamente de la premisa de velar por la integridad y cuidado de los habitantes de una zona, evitando al máximo que sus actividades socioeconómicas estén expuestas a fenómenos naturales que puedan causar catástrofes o hacerlas más vulnerables.

Premisa esta, que a nivel nacional se sustenta en la ley 1523 de abril de 2012, por medio de la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y que tiene entre sus principios fundamentales uno que se consagra en su artículo tercero y que dicta: ***“Principio de protección: Los residentes en Colombia deben ser protegidos por las autoridades en su vida e integridad física y mental, en sus bienes y en sus derechos colectivos a la seguridad, la tranquilidad y la salubridad públicas y a gozar de un ambiente sano, frente a posibles desastres o fenómenos peligrosos que amenacen o infieran daño a los valores enunciados”.***

Como la cuenca del río Guachaca presenta característica biofísicas que reflejan una amenaza media y alta en aproximadamente un 85% de su extensión (ver ítem 9.1.7), no sería coherente recomendar usos para el manejo de su territorio enfocado a desarrollar actividades agrícolas, ganaderas u otros igual de impactantes e intensas; ya que si esto es permitido, el suelo de la cuenca será degradado, perdiendo sus propiedad de estabilidad geotécnica y aumentando las posibilidades de experimentar procesos de erosión, remoción en masa o deslizamientos que finalmente afecten a sus habitantes.

Lo anterior causaría además un efecto colateral, ya que los procesos de remoción en masa podrían provocar el taponamiento de los cauces principales de la cuenca, represando sus aguas. De esta forma y cuando el peso del agua represada desestabilice el dique que resulte de proceso de remoción en masa, esta bajará con tanta energía que causará una avalancha que muy probablemente afectará catastróficamente a las actividades socioeconómicas que se practiquen en la parte baja de la cuenca.



Y sobre este fenómeno la cuenca del río Guachaca puede dar testimonios, ya que El 15 de diciembre de 2011 la misma generó una avalancha (**Figura 11-1**) que dejó un saldo trágico de seis desaparecidos, entre ellos una niña de 11 años y acabó con el sector El Chorro, de la vereda Laureón, llevándose casas y afectando su institución educativa (Iguarán, 2011).

**Figura 11-1. Imagen de la avalancha presentada en la cuenca del río Guachaca el 15 de Diciembre de 2011**



FUENTE: EL HERALDO, 2011.

Entonces y desde el punto de vista del análisis anterior se podría afirmar que los resultados del proceso de zonificación del presente trabajo de profundización son acordes con las características biofísicas de la cuenca del río Guachaca y por tanto no se considerarían ilógicos.

Ahora bien, el hecho de que una zona sea manejada bajo una categoría de manejo que propenda por la preservación y protección ambiental, no quiere decir que sobre la misma no se pueda desarrollar ningún tipo de actividad económica.

Actualmente y precisamente con el fin de proponer actividades económicas que sean compatibles y/o amigables con las características de áreas de gran valor ambiental como las que posee la cuenca del río Guachaca, existe una tendencia a nivel mundial que busca aprovechar los servicios ambientales estéticos y

paisajísticos que brindan este tipo de zonas, para ofrecer actividades tales como ecoturismo, recreación y esparcimiento, educación e investigación.

Muy a pesar de que estas actividades no sean las convencionales o tradicionales en Colombia, se ha demostrado que las mismas generan recursos económicos representativos para los habitantes de una zona, cuando son bien administradas y manejadas. Por lo tanto se recomienda a los habitantes de la cuenca del río Guachaca, a sus entes gubernamentales y autoridades que tiene competencia sobre la misma, contemplar la posibilidad de promocionar este tipo de actividades y así garantizar la conservación de las características biofísicas de la cuenca y reducir los niveles de amenaza a los que podrían estar expuestos sus habitantes.

Con lo anterior claro y siguiendo con el análisis de los resultados del proceso de zonificación del presente trabajo de profundización, se tiene que un 3,37% del área de la cuenca clasificó en la categoría de manejo, área de producción sostenible con gestión del riesgo y el 2,23% en área de producción sostenible. Las zonas de la cuenca donde se recomienda implementar estas categorías, por lo general cuentan con un nivel de intervención de la cobertura vegetal alto a muy alto, lo que quiere decir que son zonas que han perdido sus propiedades naturales primarias. Bajo este precepto fue que se consideró pertinente proponerlas como áreas donde los habitantes de la cuenca practiquen actividades económicas como la agricultura y la ganadería.

Sin embargo, se debe dejar claro que por las condiciones biofísicas de la cuenca, ya mencionadas, se recomienda que estas prácticas sean implementadas con propósitos de autosostenibilidad alimentaria y no en forma extensiva y con propósitos lucrativos.

Lo anterior tendría una sola excepción en la parte baja de la cuenca cerca a la desembocadura, donde actualmente existen grandes extensiones de cultivos de plátano con fines lucrativos y donde la vocación de suelo, según el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Magdalena realizado por el IGAC en año 2008, es agricultura con cultivos adaptados al exceso de humedad.

Finalmente los resultados de la zonificación dejan el 0,12% del área de la cuenca para uso residencial. Teniendo en cuenta que esta pequeña porción de área está localizada en la parte baja de la cuenca donde siempre se han concentran la mayoría de los habitantes del corregimiento de Guachaca, se consideró adecuado respetarla bajo la categoría de manejo zona residencial.

De esta forma se da por finalizado el análisis propio de los resultados obtenidos en el proceso de zonificación del presente trabajo de profundización, y se da inicio otro análisis que busca determinar el nivel de conflicto que dichos resultados tienen frente el marco normativo local que actualmente regula el territorio de la cuenca.

#### **11.2. ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFLICTO QUE LOS RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN TIENEN FRENTE EL MARCO NORMATIVO LOCAL DE LA CUENCA.**

Al comparar los resultados obtenidos del proceso de zonificación del presente trabajo de profundización, con el marco normativo a escala local que actualmente regula el uso del suelo de la cuenca del río Guachaca y que está consagrados en el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Santa Marta y en el Plan de Manejo Ambiental del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta (Ver la **Figura 7-1, Plano 16**), se tiene que la presente propuesta de zonificación, solo incurriría en conflictos en un 12,5% del área de la cuenca. A continuación son explicadas las razones que fundamentan este resultado, analizando las normas que regulan el territorio a nivel local y que ya fueron mencionadas, frente a los resultados del proceso de zonificación.

##### **11.2.1. Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Santa Marta:**

Antes de iniciar con este análisis y para su mayor entendimiento, es preciso dejar claro que para determinar el nivel de conflicto que los usos del suelo normatizados en el POT de Distrito de Santa Marta tienen frente a los resultados del presente trabajo de profundización, se realizó la superposición, sobre las UMC y con el apoyo del Sistema de Información Geográfica, de los planos de zonificación ambiental de la cuenca del río Guachaca (**Figura 10-5**) con el plano de Normatividad Local de la

**Figura 7-1.** Como resultado de esta superposición se obtuvieron las siguientes combinaciones sobre cada UMC.

**Tabla 11-1. Resultados del Análisis de Nivel de Conflictos entre el marco normativo local de la cuenca de río Guachaca, con la zonificación ambiental propuesta en el presente trabajo de profundización.**

<b>Normatividad Local</b>	<b>Resultados de la Zonificación Ambiental</b>	<b>Nivel de Conflicto</b>
ÁREA AGROPRODUCTIVA	Áreas de Preservación y Protección Ambiental	SEVERO
ÁREA AGROPRODUCTIVA	Áreas de producción sostenible	LEVE
ÁREA AGROPRODUCTIVA	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	LEVE
ÁREA AGROPRODUCTIVA	Áreas de recuperación Ambiental	SEVERO
ÁREA AGROPRODUCTIVA	Zona residencial	SEVERO
ÁREA CONSERVACIÓN	Áreas de Preservación y Protección Ambiental	LEVE
ÁREA CONSERVACIÓN	Áreas de producción sostenible	SEVERO
ÁREA CONSERVACIÓN	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	LEVE
ÁREA CONSERVACIÓN	Áreas de recuperación Ambiental	LEVE
SELVA PRODUCTIVA PROTECTORA	Áreas de Preservación y Protección Ambiental	LEVE
SELVA PRODUCTIVA PROTECTORA	Áreas de producción sostenible	LEVE
SELVA PRODUCTIVA PROTECTORA	Áreas de producción sostenible - con gestión del Riesgo (Actividades económicas amigables con el medio ambiente)	LEVE

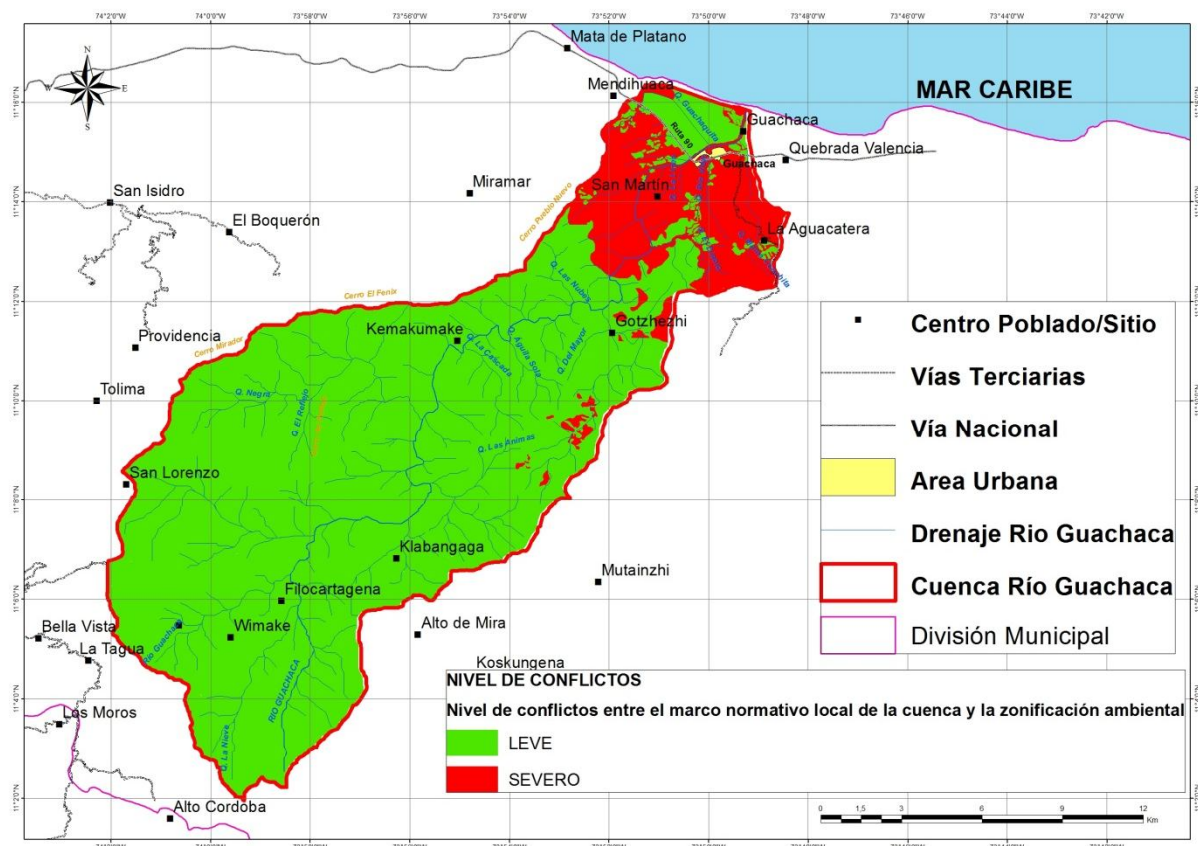
Sobre cada una de las combinaciones que resultaron de la superposición antes mencionada (**Ver Tabla 11-1**) fue analizado el criterio que se muestra en la **Tabla 11-2** y el cual fue la base para evaluar el nivel de conflicto que los usos del suelo normatizados en el POT de Distrito de Santa Marta tienen frente a los resultados del presente trabajo de profundización.

**Tabla 11-2. Clasificación de los conflictos de uso de la cuenca del río Guachaca.**

Nivel del Conflicto	Definición
LEVE	Cuando el uso del suelo normalizado en el POT de Santa Marta es compatible con el uso del suelo resultante de la zonificación ambiental.
SEVERO	Cuando el uso del suelo normalizado en el POT de Santa Marta no es compatible con el uso del suelo resultante de la zonificación ambiental

De esta forma se obtuvo el plano de niveles de conflicto que se muestra en la **Figura 11-2** y se resume en la **Tabla 11-3**.

**Figura 11-2. Plano de Nivel de Conflicto entre el marco normativo local de la cuenca del río Guachaca, con la zonificación ambiental propuesta en el presente trabajo de profundización**



**Tabla 11-3. Resumen de Resultados de Conflicto**

TIPO DE CONFLICTO	AREA (Ha)	% AREA
LEVE	23184,822 Ha	87.5 %
SEVERO	3322,533 Ha	12,5 %

En el plano de la **Figura 11-2** y **Tabla 11-3** se puede notar que los resultados del proceso de zonificación del presente trabajo de profundización incurren en conflicto con el marco normativo local en solo un 12,5%, del territorio de la cuenca. Este resultado ayuda a fundamentar aún más las tesis planteadas en el análisis de los resultados del proceso de zonificación y en la que se recomienda que la gran mayoría de la cuenca sea manejada bajo la categoría de preservación y protección ambiental.

Y es así porque el POT del Distrito de Santa Marta también recomienda categorías de manejo que propenden por la conservación ambiental y por la implementación de actividades económicas amigables con el medio ambiente en las mismas áreas donde la zonificación ambiental del presente trabajo, las está recomendado.

En la Parte media de la cuenca, el POT del Distrito de Santa Marta propone como categoría de manejo la denominada SELVA PRODUCTIVA PROTECTORA, la cual es destinada para la localización de asentamientos campesinos que por su situación socioeconomica son cobijadas por la Ley 160 de 1994 por la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, se establece un subsidio para la adquisición de tierras, se reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y se dictan otras disposiciones.

En esa misma zona el presente trabajo de profundización propone las categorías de manejo Área de Preservación y Protección Ambiental, Áreas de Recuperación Ambiental y algunos pequeños sectores ubicados en la parte más baja de la parte media de la cuenca, zonas de producción sostenible pero bajo el enfoque de autosostenibilidad alimentaria.

En este orden de ideas y por las connotaciones propias de los usos recomendados por el POT y los recomendados por el presente trabajo de profundización, en la parte media de la cuenca, es posible considerar que las dos propenden por la conservación ambiental. Por esta razón se determinó que presentan un nivel de conflicto LEVE, es decir que son compatibles.

En la parte alta de la cuenca el POT del Distrito de Santa Marta propone como categoría de manejo la denominada Área de Conservación, la cual busca, como su nombre lo indica, destinar áreas para la conservación protección y recuperación de los recursos naturales y los valores ambientales. En esa misma zona el presente trabajo de profundización propone las categorías de manejo Área de Preservación y Protección Ambiental, Áreas de Recuperación Ambiental.

Por lo anterior es muy claro que el nivel de conflicto entre las dos partes analizadas es LEVE, es decir que son totalmente compatibles.



Ya en la parte baja de la cuenca si se pueden notar algunas zonas donde la categoría de manejo recomendada por el POT de Santa Marta, presenta un nivel de conflicto SEVERO con la categoría recomendada en el presente trabajo de profundización (12,5% del área de la cuenca). Esto sucede porque el POT del municipio de Santa Marta propone para dichas zonas Usos AGROPRODUCTIVOS, mientras que el presente trabajo de profundización sigue propendiendo por la preservación y protección ambiental y por la recuperación para protección ambiental.

Con respecto a dicho conflicto se podría decir que muy probablemente el presente trabajo de profundización este exagerando al recomendar esas zonas como preservación y protección ambiental y que por sus características biofísicas podrían permitirse usos agroproductivos en las mismas.

Pero lo anterior solo se podría corroborar haciendo un análisis más detallado sobre esa zona y contando con cartografías a escalas más precisas. Ahora bien si se echa un vistazo al plano de amenaza por fenómenos denudativos (**Figura 9-7**), es de notar que el nivel de amenaza en la zona donde se presenta el conflicto severo es alto, lo que de alguna manera fundamenta el resultado del presente trabajo de profundización.

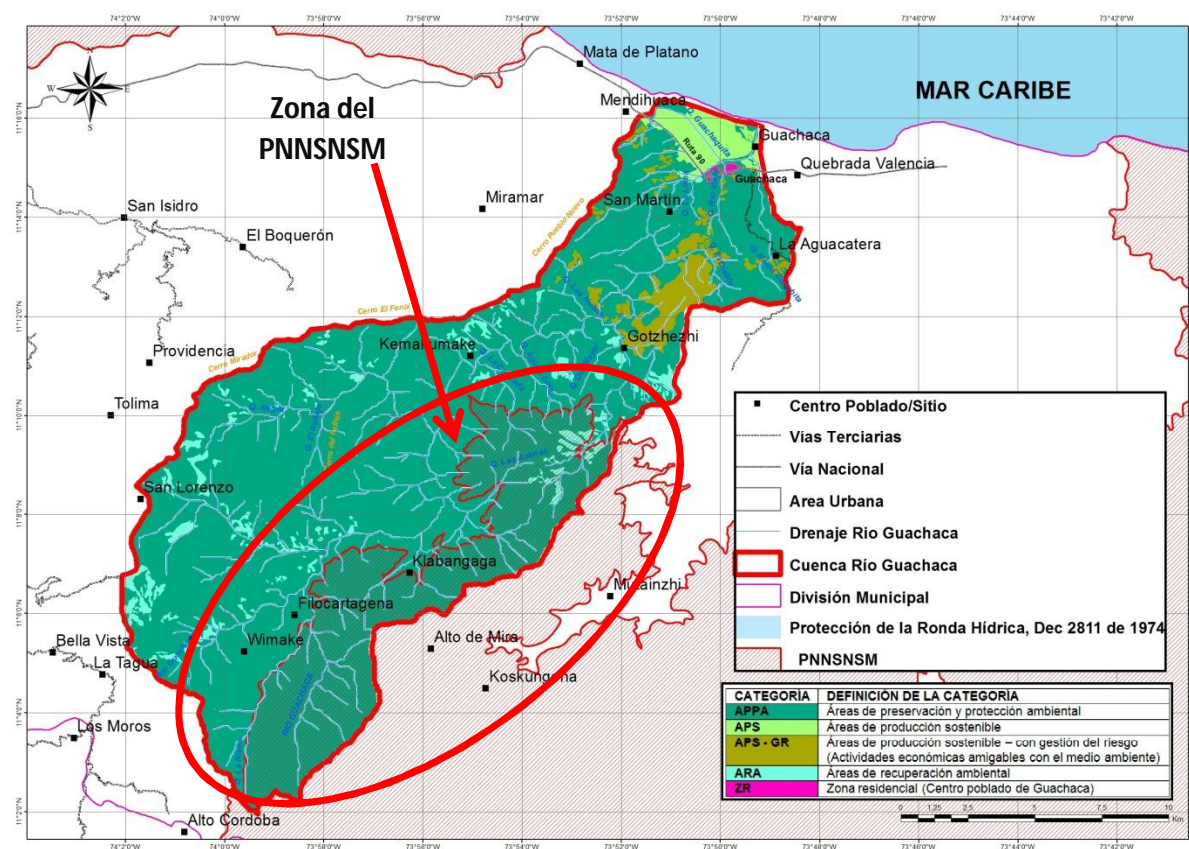
En todo caso y como ya se mencionó, se recomienda hacer un análisis más detallado sobre esa zona, para determinar finalmente cual sería el uso recomendado más adecuado.

#### **11.2.2. Plan de Manejo Ambiental del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta.**

Los resultados obtenidos del presente trabajo de profundización recomiendan manejar la zona de la cuenca del río Guachaca que está en jurisdicción del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta (22,35 % del área de la cuenca), bajo las categorías de preservación y protección ambiental y recuperación ambiental. Así se puede ver en el plano de la **Figura 11-3, Plano 17**.



**Figura 11-3. Plano de Jurisdicción del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta en la cuenca del Río Guachaca.**



Si este resultado es analizado frente a la visión y funciones que la Unidad nacional de Parques nacionales Naturales de Colombia tiene para con las zonas donde ejerce competencia como autoridad ambiental, se tiene que los resultados del presente trabajo de profundización son totalmente compatibles con los propósitos del parque. Ya que la visión del Parque se fundamenta desde la perspectiva de la conservación y protección como áreas de un importante valor ambiental y potencial ecoturismo, cuya articulación al desarrollo se enmarca en el impulso a procesos de desarrollo sostenible.

## **12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los resultados del proceso de zonificación de la cuenca recomiendan que un 90,44% del área de la cuenca clasificó en la categoría de preservación y protección ambiental, un 3,37% en la categoría de áreas de producción sostenible con gestión del riesgo, un 2,23% en la categoría de producción sostenible, un 0,12% en la categoría de zona residencial y un 3,83% en área de recuperación ambiental para la preservación.

El resultado descrito anteriormente podría parecer ilógico porque implican manejar la gran mayoría del área de la cuenca bajo la categoría de preservación y protección ambiental dejando poco espacio para el aprovechamiento de los recursos naturales en actividades como la agricultura y ganadería que son las que mayor tradición tienen en el sector rural de Colombia, sin embargo y al tener en cuenta las características biofísicas de la cuenca que la hacen susceptibles a experimentar fenómenos de remoción en masa (en la parte media y alta) e inundación (en la parte baja), propiciados por la inestabilidad del terreno que es causada precisamente por las tecnologías inadecuadas implementadas para el desarrollo de dichas actividades agrícolas y ganaderas, es recomendable que la gran mayoría del área de la cuenca sea preservada y protegida.

Las características biofísicas con las que cuenta la cuenca del río Guachaca la hacen poseedora y generadora de servicios ecosistémicos estéticos y paisajísticos que pueden ser aprovechados por sus habitantes para proporcionar actividades económicas más amigables con el ambiente como ecoturismo, recreación, investigación y educación.

Se recomienda implementar en las pequeñas zonas de la cuenca que clasificaron bajo la categoría de producción sostenible actividades económicas agrícolas y ganaderas pero a pequeñas escalas y con un enfoque de autosostenibilidad alimentaria.

Teniendo en cuenta que la vocación del suelo que presenta la parte baja de la cuenca del río Guchaca donde actualmente hay presencia de cultivos de plátano a gran escala es agricultura con cultivos adaptados al exceso de humedad (IGAC, 2008), el presente trabajo de profundización recomienda seguir permitir el mismo uso.

Al comparar los resultados obtenidos del proceso de zonificación del presente trabajo de profundización, con el marco normativo a escala local que actualmente regula el uso del suelo de la cuenca del río Guachaca y que está consagrados en el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Santa Marta y en el Plan de Manejo Ambiental del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, se tiene que la presente propuesta de zonificación, solo incurriría en conflicto severo en un 12,5% del área de la cuenca.

Lo anterior sucede porque el POT del municipio de Santa Marta propone para dichas zonas usos AGROPRODUCTIVOS, mientras que el presente trabajo de profundización sigue propendiendo por la preservación y protección ambiental y por la recuperación para protección ambiental.

Para tener más claridad sobre cuál sería el uso del suelo más recomendado para la zona donde se presenta en conflicto severo se recomienda hacer un análisis más detallado sobre esa zona con cartografía a escala más precisa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aja, L. (2010). *Agua, territorio y poder: representaciones, significados, usos y manejos del agua en la Sierra Nevada de Santa Marta, Estudio de Caso*. (Tesis Doctoral), Universidad Nacional de Colombia, San Andrés.
- Amsalu, A., Stroosnijder, L., & Graaff, J. d. (2007). Long-term dynamics in land resource use and the driving forces in the Beressa watershed, highlands of Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 83(4), 448-459.
- Babbar-Sebens, M., Barr, R. C., Tedesco, L. P., & Anderson, M. (2013). Spatial identification and optimization of upland wetlands in agricultural watersheds. *Ecological Engineering*, 52, 130-142.
- Balbi, E. (2003). ¿Por qué investigar el futuro? *Trabajo presentado en el marco de las Jornadas de Prospectiva "Visión de una Argentina Posible"*. Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES).
- Berke, P., Spurlock, D., Hess, G., & Band, L. (2013). Local comprehensive plan quality and regional ecosystem protection: The case of the Jordan Lake watershed, North Carolina, USA. *Land Use Policy*, 31.
- Bilby, R. E., & Mollot, L. A. (2008). Effect of changing land use patterns on the distribution of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in the Puget Sound region. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(10), 2138-2148.
- Brundtland, G. H. (1989). *Nuestro futuro común*. Paper presented at the Ponencias y comunicaciones: Congreso internacional de tecnologías alternativas de desarrollo.
- Buarque, S. (1999). Metodologia de planejamento do desenvolvimento local e municipal sustentável.
- Bybee, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). (2011). Informe de climatología de los principales puertos del Caribe colombiano publicado por el CIOH para el municipio de Santa Marta. Santa Marta.
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial de Colombia (1997).
- Dash, P., Dash, T., & Kara, P. (2011). The role of local institutions in sustainable watershed management: lessons from India. *Development in Practice*, 21(2), 255-268.
- De las Salas, G., & Olmos, C. G. (2000). Balance hídrico bajo tres coberturas vegetales contrastantes en la cuenca del río San Cristóbal, Bogotá. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 24(91), 205-218.
- Foladori, G., & Tommasino, H. (2000). El concepto de desarrollo sustentable treinta años después. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 1, 41-56.
- García, W. (s.f.). El sistema complejo de la Cuenca Hidrográfica.
- Godet, M., & Durance, P. (2007). Prospectiva Estratégica: problemas y métodos. *Cuadernos de Lipsor, Cuaderno*, 20(2).
- Iguarán, A. (2011). Avalancha del río Guachaca se llevó una familia y arrasó con un balneario, *Periódico El Heraldo*.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2010). Guía para la Ordenación y el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Colombia.

- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). (2010). Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia.
- Jouravlev, A. (2001). Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI. *CEPAL recursos naturales e infraestructura*, 27.
- Korzun, V., Sokolov, A., Budyko, M., Voskresensky, K., Kalinin, G., Konoplyantsev, A., . . . L'vovitch, M. (1977). Atlas of world water balance. USSR National Committee for the International Hydrological Decade. *English translation by UNESCO, Paris, France*.
- Lvovitch, M. (1970). *World water balance: general report*. Paper presented at the Symposium on the World Water Balance. Wallingford, International Association of Hydrological Sciences, Pub.
- Martínez, A., & Navarro, J. (1996). *Hidrología forestal: el ciclo hidrológico*. Universidad de Valladolid.
- Massiris, Á. (1999). Ordenamiento territorial: experiencias internacionales y desarrollos conceptuales y legales realizados en Colombia. *Ed. Planeta de Agostini*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (s.f.). Módulo 4. La oferta hídrica total y disponible, considerando el caudal ambiental. Colombia.
- Monsalve, E., García, P., & Lozano, G. (2011). Análisis espacial y temporal del índice de escasez de agua en la Cuenca del Río Quindío. *Revista de Investigación de la Universidad del Quindío*, 22, 70-82.
- Parra, O. (2009). Gestión integrada de cuencas hidrográficas. *Centro de Ciencias*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2010). *Proyecto integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación de país de las Naciones Unidas*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2012). *Santa Marta 2012, Estado de avance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio*.
- Rivas, N., Domínguez, M., & Vela, M. (2011). Influencia del uso de suelo y vegetación en el balance hídrico en tres microcuencas de Tarimoro Guanajuato. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- UNESCO. (1979). Balance hídrico mundial y recursos hidráulicos de la tierra *Estudios e Informes sobre Hidrología (UNESCO)*. París.
- Universidad de Cartagena. (2012). Planes de Ordenamiento y Manejo Ambiental de las Cuencas Hidrográficas del Magdalena. Cartagena.